بسمه تعالی

دانشکده فنی امام خمینی(ره)

جزوه:

تکنولوژی سوخت موتورهای بنزینی

اساتید:

جناب آقای قلیلیان

سال ۹۸

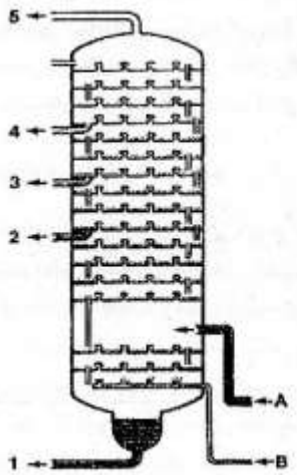
صحافی حرفی رنگی
با لام و پلاس کاور
سید
کپی، تایپ و پرینت دانشجویی
با مناسب ترین قیمت
ملی آباد-کنار دانشگاه آزاد اسلامی
تلفن: ۰۱۷۳۴۲۴۰۴۴۳، ۰۹۳۵۳۳۴۲۰۰۸ قدمگاهی

آشنایی با سوخت خودروها

اغلب سوخت مصرفی موتورهای احتراق داخلی از نفت خام گرفته می‌شود. نفت خام بزرگترین منبع تامین‌کننده نیازهای انرژی جهان است. با وجود این در بعضی از کشورها از هیدروژنه کردن زغال‌سنگ بنزین به دست آورده‌اند و یا از نباتات الکل تهیه نموده و قسمتی از نیازهای سوختی را برطرف نموده‌اند. در کشور ما که دومین کشور دارنده گاز طبیعی است، الگوی مصرف سوخت در حال تغییر است و با گازسوز کردن خودروها، تمایل به جایگزینی گاز به جای بنزین مشاهده می‌شود.

نفت‌خام مایعی است متشکل از هیدروکربورهای با وزن ملکولی متفاوت و مواد آلی مانند ازت و گوگرد.

برای استحصال مواد مختلف از نفت‌خام از روش تقطیر جزء به جزء استفاده می‌شود. با این روش نفت‌خام را قبل از واردشدن به برج تقطیر آن قدر گرم می‌کنند تا مواد آن به حالت جوش در آید. سپس وارد برج شده و تبخیر می‌شود. مواد بخارشده در طول برج به سمت بالا صعود می‌کند و بر حسب سنگینی و سبکی وزن ملکولی، در طبقات مختلفی از برج تقطیر می‌شود. مثلاً سنگین‌ترین سوخت در پایین برج و سبک‌ترین سوخت‌ها(گازها) در بالاترین سطح که سوخت مایع



شکل ۱-۵ برج تقطیر

A- ورود سوخت خام
B- ورود سوخت گرم کف برج تقطیر
۱- برش‌های روغنکاری
۲- گازوئیل
۳- نفت چراغ- روغن پارافین
۴- بنزین
۵- LPG و بوتان

نفت است (LPG) تشکیل می‌شود. در برج تقطیر سنگین‌ترین مولکول‌ها زودتر تقطیر شده و سبک‌ترین مولکول‌ها دیرتر تقطیر می‌شود. سوخت دیزل بین ۲۸۰ تا ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد به نقطه جوش می‌رسد.

بنزین

بنزین در طبقات بالای برج تقطیر (4) تولید می‌شود. بنزین با وزن مخصوص ۰/۷ تا ۰/۷۸ برای تبخیر در موتور طوری ساخته می‌شود که درصدی از آن در پایین‌تر از صفر درجه سانتی‌گراد بخار شود تا موتور بتواند در هوای سرد روشن شود.

قسمت مهم بنزین بین ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر می‌شود. درصد کمی از بنزین هم دیرتبخیر است تا در گرم‌ترین حالت موتور نیز همه بنزین یک جا بخار نشود. تبخیر زیاد بنزین باعث قفل گازی و انسداد سوخت در لوله‌ها می‌شود.

در اثر تبخیر بنزین، سوخت به شدت خنک می‌شود، در موتورهای کاربراتوری در هوای سرد بنزین پس از عبور از ونتوری به صورت کریستال یخ درمی‌آید. برای جلوگیری از یخ‌زدگی به آن مواد افزودنی اضافه می‌کنند. پالایشگاه‌ها هنگام پالایش بنزین، ناخالصی‌های سوخت را تصفیه می‌کنند. مهم‌ترین این ناخالصی‌ها عبارتند از: گوگرد، آب و ناخالصی‌های معدنی. گوگرد با اکسیژن هوا تولید سولفور (SO_2) می‌دهد که خاصیت خورندگی دارد. مهم‌ترین خاصیت بنزین چگالی آن است. هر چه چگالی بنزین کمتر باشد، بنزین خالص‌تر و گران‌تر خواهد بود.

خاصیت ضربه‌پذیری بنزین

خاصیت ضربه‌پذیری در هنگام تراکم در زمان دوم عملیات ترمودینامیکی اهمیت خود را نشان می‌دهد. خاصیت ضربه‌پذیری را با عدد اکتان نشان می‌دهند. هر چه عدد اکتان بنزین سوختی بالاتر باشد، آن سوخت در مقابل فشار تراکم ضربه‌پذیرتر است. برای تعیین عدد اکتان بنزین دو روش استاندارد وجود دارد:

۱- روش تحقیقی تعیین عدد اکتان RON

RON مخفف (Research Octan Number) است. در این روش عدد اکتان سوخت را با روش تحقیقاتی مشخص می‌کنند.

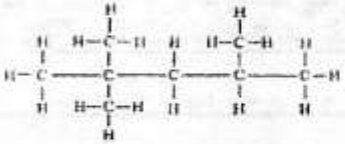
۲- روش موتوری تعیین عدد اکتان MON

MON مخفف (Motor Octan Number) است. در این روش عدد اکتان را در آزمایشگاه تعیین می‌کنند. روش موتوری (MON) همیشه از روش تحقیقاتی مقدار کمتری را نشان می‌دهد. زیرا در روش موتوری عواملی از قبیل: گرم‌شدن سوخت، دود زیاد موتورها، مسئله پیش‌جرقه، زیر بار قرارگرفتن موتور و غیره وجود دارد.

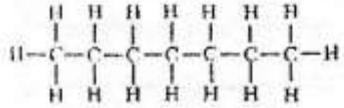
FON

FON مخفف (Front Octan Number) است و از موادی سوختنی مخصوص تشکیل

شده که در درجه حرارت بالاتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تقطیر شده و برای اندازه‌گیری حالت ضربه‌زنی در هنگام شتاب‌گیری به کار می‌رود. عدد اکتان سوخت را، بر حسب درصد حجمی بیان می‌کنند. به این منظور دو سوخت مبنا را در نظر می‌گیرند که یکی دارای مقاومت ۰/۱۰۰ در مقابل فشار تراکم است مانند ایزواکتان C_8H_{18} شکل ۲-۵ و دیگری دارای مقاومت کم و صفر درصد در مقابل فشار تراکم را دارد مانند هپتان C_7H_{16} شکل ۳-۵، عدد اکتان سوخت مقاوم را ۰/۱۰۰ و عدد اکتان هپتان را صفر درصد انتخاب می‌کنند.



شکل ۲-۵ ایزواکتان C_8H_{18}



شکل ۳-۵ هپتان C_7H_{16}

دو موتور آزمایشی استاندارد دو سوخت را با نسبت‌های حجمی متفاوت مورد آزمایش قرار می‌دهند با تغییر نسبت تراکم موتور و نسبت‌های مختلف حجمی دو سوخت مبنا، درجه ضربه‌زدن را به دست می‌آورند. با درصدهای مختلف، اعداد اکتان مختلفی به دست می‌آید که برای شناسایی سوخت‌ها از آن استفاده می‌شود.

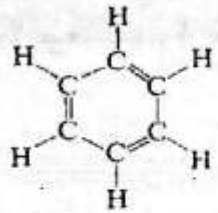
مثلاً هرگاه سوخت ناشناسی که مورد آزمایش است، در مرحله‌ای شروع به ضربه‌زدن کند که معادل ۰/۹۵ اکتان است، با این آزمایش معین می‌شود که این سوخت ۰/۹۵ حجمی ایزواکتان و ۰/۰۵ حجمی هپتان یا سوخت‌های معادل آن را دارد.

افزایش عدد اکتان

بنزین خالص تمایل به ضربه‌زدن دارد و لذا خاصیت تراکم پذیری آن برای موتورها ی جدیدکه با نسبت

تراکم بالا ساخته می‌شوند جوابگو نمی‌باشد. برای به دست‌آوردن عدد اکتان بالا پالایشگاه‌ها هنگام پالایش مواد افزودنی به بنزین اضافه می‌کنند تا عدد اکتان سوخت در بالاتر از درجه جوش در حد مطلوبی حفظ شود.

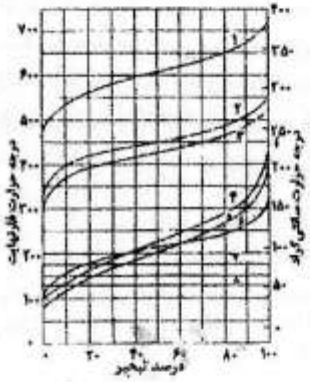
به طور کلی باید دانست که هیدروکربورهای حلقوی اشباع‌شده که آروماتیک هستند و نیز زنجیرهای شاخه‌دار یا ایزوپارافین‌ها خاصیت ضربه‌پذیری و مقاومت زیادی در مقابل تراکم نسبت به سوخت‌های با آرایش خطی دارند. (شکل ۴-۵)



شکل ۴-۵ آروماتیک‌ها (هیدروکربورهای حلقوی)

خاصیت تبخیر سوخت

سوخت‌های موتورهای بنزینی باید در حد لازم خاصیت تبخیر داشته باشند. تبخیر مناسب باعث احتراق ملایم و مطلوب، راندمان خوب، زود روشن شدن موتور در هوای سرد و شتاب‌گیری خوب خودرو می‌شود. از طرف دیگر تبخیر زیاد باعث ایجاد قفل گازی و انسداد لوله‌های سوخت‌رسانی و کاهش راندمان حجمی موتور می‌گردد.



شکل ۵-۵ منحنی تبخیر سوخت‌ها

نام سوخت‌ها
۱- سوخت سنگین دیزل
۲- نفت سفید اعلاء
۳- نفت سفید
۴- بنزین تابستانی
۵- بنزین زمستانی
۶- بنزین هواپیما
۷- الکل اتیلیک
۸- بنزین

منحنی جوش سوخت‌ها

در منحنی جوش سه ناحیه مهم وجود دارد که وضعیت این نواحی در چگونگی احتراق سوخت تاثیر دارد. (شکل ۵-۵)

۱- مقدار درصد سوختی که در فشار جو و در دمای بین ۵۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تبخیر می‌شود بیشتر است به این دلیل که موتور بتواند در

حالت عادی به کار خود ادامه دهد. این مقدار به حدود ۰/۶۵ می‌رسد.

۲- حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد سوخت دیر تبخیر است تا در حالت گرم و داغ موتور نیز از ایجاد قفل گازی جلوگیری شود.

مواد افزودنی به بنزین

برای افزایش کیفیت سوخت و جوابگویی به نیاز موتور در شرایط مختلف کار، به بنزین افزودنی اضافه می‌کنند، مهم‌ترین افزودنی‌های بنزین آن‌هایی هستند که خاصیت تراکم‌پذیری آن را بالا ببرند. زیرا هر چه بنزین تراکم‌پذیرتر باشد، می‌توان نسبت موتور را افزایش داد، در نتیجه قدرت موتور بالا می‌رود.

مهم‌ترین و موثرترین افزودنی بالا برنده تراکم‌پذیری بنزین، تترا اتیل سرب است که TEL (Tetra-Etyle-Lead) نامیده می‌شود.

تترا اتیل سرب $(C_2H_5)_4 Pb$ با وجود بهبود خاصیت بنزین و افزایش تراکم‌پذیری آن، به علت سمی‌بودن و تخریب محیط‌زیست از یک طرف و آسیب‌رساندن به سنسورهای سیستم سوخت‌رسانی اتوکشوری (سنسور اکسیژن) و کاتالیزورهای سه‌راهه (Three-Way- Catalist) TWC دیگر در پالایشگاه‌ها مورد استفاده نمی‌باشد.

مواد افزودنی تمیزکننده

این مواد وظیفه دارند که ناخالصی‌های شناور در بنزین را تمیز کنند و به صورت قابل جذب در فیلتر درآورند و از ورود آن‌ها به سیستم سوخت‌رسانی جلوگیری کنند.

مواد افزودنی ضدیخ

وقتی بنزین به صورت بخار در می‌آید، گرمای خود را از دست داده و خنک می‌شود. در نتیجه رطوبت موجود در هوای اطراف مولکول‌های بنزین منجمد شده و کریستال‌های یخ تولید می‌شود. مواد ضدیخ افزوده شده به بنزین از یخ‌زدن آن در هوای سرد در موتور ممانعت می‌کند.

مواد افزودنی ضدخوردگی

وجود آب در سوخت مولد خوردگی است. این خوردگی در مخازن سوخت، باک و کاربراتورها ظاهر می‌شود. این مواد از رسوب گرفتن جداره ظروف محتوی سوخت جلوگیری می‌کند.

مواد افزودنی پایدار کننده

این مواد که ترکیبات AMINIC یا PHENOLIC هستند باعث پایداری سوخت در طول زمان ذخیره‌سازی در انبارها می‌شود.

جدول وزن مخصوص، اکتان، درصد تبخیر و فشار بخار بنزین

مشخصات	بنزین سوپر		بنزین معمولی		استاندارد آزمایش
	تابستانی	زمستانی	تابستانی	زمستانی	
وزن مخصوص در ۱۵C	۰/۷۳	۰/۸۷	۰/۷۱۵	۰/۷۶۵	DIN 51757
حداقل RON	۹۸		۹۱		DIN 51756
درجه اکتان حداقل MON	۸۸		۸۲/۷		
منحنی جوش:					DIN 51751
حداکثر تبخیر بنزین بر حسب ۰/۰ حجم سوخت					
بالای ۷۰ C	۱۵ تا ۴۰	۲۰ تا ۴۵	۱۵ تا ۴۰	۲۰ تا ۴۵	
بالای ۱۰۰ C	۴۲ تا ۶۵	۴۵ تا ۷۰	۴۲ تا ۶۵	۴۵ تا ۷۰	
بالای ۱۸۰ C	۹۰	۹۰	۹۰	۹۰	
حداکثر نقطه جوش	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	
فشار بخار سوخت بر حسب bar	۰/۴۵ تا ۰/۷	۰/۴۵ تا ۰/۷	۰/۴۵ تا ۰/۷	۰/۶ تا ۰/۹	DIN 51754
مقدار گوگرد بر حسب درصد وزنی	۰/۱		۰/۱		DIN 51460

جدول فرمول شیمیایی، وزن مخصوص، گرمای ویژه و ارزش حرارتی سوخت‌ها

نام سوخت	وزن مولکولی (gr)	وزن‌مخصوص (M/V)	گرمای ویژه در فشار ثابت	ارزش‌حرارتی Kcal/Kg	ارزش‌حرارتی BTU/Lb
اکتان نرمال C_8H_{18}	۱۱۴	۰/۷۰۷	۰/۵۲۶	۱۱۳۶۵	۲۰/۵۹
ایزواکتان C_8H_{18}	۱۱۴	۰/۷۰۲	۰/۵۱۵	۱۱۳۵۴	۲۰/۵۷
بنزین مخلوط C_8H_{17}	۱۱۳	۰/۷۰۲	۰/۵	۱۱۲۹۴	۲۰/۴۶
سوخت سبک دیزل $C_{12}H_{26}$	۱۷۰	۰/۸۷۶	۰/۴۵	۱۰۶۲۰	۱۹/۲۴
سوخت‌متوسط‌دیزل $C_{13}H_{28}$	۱۸۴	۰/۹۲۰	۰/۴۳	۱۰۵۴۸	۱۹/۱۱
سوخت‌سنگین‌دیزل $C_{12}H_{30}$	۱۹۸	۰/۹۶۰	۰/۴۲	۱۰۳۹۴	۱۸/۸۳

بنزین بدون سرب:

پس‌از پیدایش موادافزودنی‌غیرسربی مانند: متیل سه‌بوتیل‌اتر (MTBE=Methyl-Tertiary Butyether) با غلظت ۳ تا ۰/۱۵ و مخلوط الکل (متانول) بین ۲ تا ۳ درصد افزودنی میناسبی تولید گردید. با این افزودنی عدد اکتان بنزین در روش MON بیش از ۸۶ و در روش RON بیش از ۹۶ می‌باشد.

سوخت‌های دیزلی

سوخت‌های دیزلی مخلوطی از هیدروکربورهای مختلف هستند که دارای نقطه جوش ۱۸۰ تا ۳۶۰ درجه سانتی‌گراد است.

تاثیر وزن مخصوص گازوئیل در فرآیند احتراق

سوخت‌های دیزلی کراکینگ شده (شکستن مولکول‌های سنگین) دارای نقطه جوش بالاتر و وزن مخصوص بالاتری نسبت به سوخت‌های دیزلی تقطیر شده در برج تقطیر هستند. سنگین‌تر شدن سوخت تاثیر نامطلوبی در ارزش حرارتی و قدرت خروجی موتور دارد. زیرا این نوسان در تغییرات وزن مخصوص سوخت و ثابت‌ماندن هوای مصرفی موتور، باعث احتراق ناقص و تولید دوده و دیگر آلاینده‌های احتراق می‌گردد.

منحنی جوش گازوئیل

هرگاه درصد بیشتری از مولکول‌های سوخت دیزل در منحنی جوش در سطح پایینی تبخیر شود. این به معنی آن است که وسکوزیته سوخت که باعث فرسایش شدید در سیستم سوخت‌رسانی می‌شود، پایین است. چنین سوختی دارای عدد ستان کمی است. هنگام تهیه سوخت در پالایشگاه‌ها سعی بر آن است که نقطه جوش سوخت را بالا ببرند. به این منظور لازم است که پارافین موجود در سوخت کاملاً تصفیه شود. با تصفیه پارافین نقطه جوش افزایش و نقطه انجماد کاهش پیدا می‌کند.

ویسکوزیته سوخت دیزل

گازوئیل باید به اندازه کافی وسکوزیته داشته باشد تا عمل روغنکاری در پلانجر و بارل به وجود آید و از سایش سریع آن‌ها جلوگیری شود.

درجه حرارت احتراق گازوئیل

درجه حرارت احتراق گازوئیل نباید کمتر از ۵۵ درجه سانتی‌گراد باشد در غیر این صورت خطر انفجار سوخت در باک افزایش پیدا می‌کند. گاهی برای روشن شدن سریع موتور در زمستان‌ها و یا جلوگیری از یخ‌زدگی به گازوئیل نفت یا بنزین اضافه می‌کنند. این عمل باعث پایین‌آمدن درجه حرارت احتراق گازوئیل می‌شود.

خاصیت احتراق گازوئیل

عدد ستان (CN) درگازوئیل، تمایل به احتراق خودبه‌خود گازوئیل را بیان می‌کند.

یعنی هر چه عدد ستان گازوئیل زیادتر باشد، میل به احتراق خودبه‌خود گازوئیل زیادتر است. بیان عدد ستان گازوئیل معرف داشتن مقدار درصد حجمی ستان ($C_{16}H_{34}$) در گازوئیل است. بقیه درصد باقیمانده در سوخت آلفا متیل نفتالین است ($C_{11}H_{10}$).

تعیین مقدار ستان و مقدار آلفا متیل نفتالین در موتور آزمایشی عیناً مانند روش تعیین عدد اکتان در بنزین می‌باشد.

در آزمایش گازوئیل دو سوخت ستان ($C_{16}H_{34}$)، مایل‌ترین سوخت برای اشتعال خودبه‌خود و آلفا میتل نفتالین، مقاومت‌ترین سوخت در برابر احتراق خودبه‌خود را با نسبت‌های متفاوت مخلوط کرده و در موتور آزمایشی زمان احتراق خودبه‌خود آن‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند و جدولی از درصدهای مختلف برای تأخیر احتراق به دست می‌آید که نشاندهنده عدد ستان آن است.

باید دانست که عدد ستان کاملاً مخالف عدد اکتان است، یعنی سوخت مطلوب از نظر موتورهای بنزینی که دارای عدد اکتان بالاست در موتورهای دیزل بدترین سوخت است به علت آن که میل به احتراق آن کم بوده و تأخیر احتراق آن در موتور دیزل زیاد است.

به جدول مشخصات گازوئیل در پایان فصل مراجعه شود.

سوخت مایع زغال‌سنگ

این سوخت از زغال‌سنگ و کک گرفته می‌شود. این مواد را ابتدا به‌حالت گاز آب ($H_2 + CO$) درآورده، سپس توسط کاتالیزور به هیدروکربور مایع مبدل می‌سازند.

از این هیدروکربور، بنزین، گازوئیل و پارافین گرفته می‌شود. این روش در افریقای جنوبی به وسیله Fischer Tropsch بهره‌برداری می‌شود.

گاز نفت مایع LPG

این سوخت مخلوطی از دو گاز پروپان و بوتان بوده و در سوخت‌های آشپزخانه در جای که گاز شهری وجود ندارد استفاده می‌شود. در خودروها قبلاً از این سوخت استفاده می‌شد.

این محصول همراه نفت‌خام از منابع زیرزمینی استحصال می‌شود. همچنین در برج‌های تقطیر نیز به دست می‌آید. این گاز در فشار تقریبی ۲۰ اتمسفر به حالت مایع در می‌آید و دارای عدد اکتان بالاتر از ۱۰۰/۰ است.

مصرف اقتصادی سوخت

هرچه با مصرف سوخت کمتری به توان قدرت بیشتری در موتور تولید کرد. سوخت اقتصادی‌تر می‌باشد. سوخت اقتصادی غیر از صرفه‌جویی‌کردن در مصرف سوخت است. زیرا واژه اقتصادی صرفاً صرفه‌جویی نمی‌باشد، بلکه موضوع تولید نیروی کششی مناسب در مقابل بار داده به موتور مطرح است.

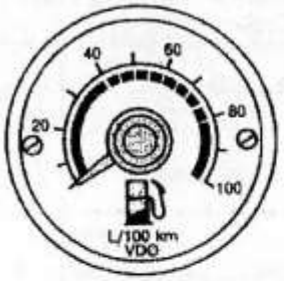
اخیراً این موضوع آن‌قدر حساسیت برانگیز شده است که دستگاه نشان‌دهنده‌ای برای نمایش وضعیت مصرف سوخت اقتصادی ساخته‌شده و در معرض دید راننده قرار گرفته است. (شکل ۶-۵)

شرکت‌داف اولین شرکتی‌بود که‌چنین‌دستگاهی را درخودروهای دیزل نصب کرد. این دستگاه بر اساس دیاگرام خاصی که دیاگرام تخم‌مرغی نامیده می‌شود، اطلاعات دیاگرام را به دستگاه کامپیوتری‌وپردازشگر(Micro-Processor) انتقال می‌دهد و دستگاه مانند یک محاسبه‌کننده نتیجه را نشان می‌دهد.

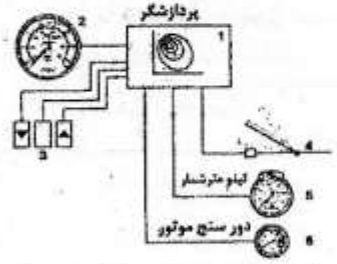
به دستگاه لوله‌ای از مانیفولد هوا متصل می‌شود و مرتباً هوای مصرفی موتور و سوخت ارسالی اندازه‌گیری می‌شود. به علاوه اندازه‌گیری لحظه‌ای دور موتور، سرعت خودرو و بار موتور، سوخت مصرفی در یکصد کیلومتر نمایش داده می‌شود (شکل ۷-۵).

هرگاه سوخت مصرفی کمتراز مقدار اقتصادی باشد، یک چراغ اخطار روشن می‌شود.

این سیستم که Visar نامیده می‌شود کمک خاصی به نحوه انتخاب صحیح دنده در حالت‌های مختلف می‌کند.



شکل ۶-۵ دستگاه نشان‌دهنده سوخت یکصد کیلومتر



شکل ۷-۵ سیستم نشان‌دهنده الکتریکی سوخت مصرفی

۱- دستگاه کامپیوتری
۲- نشان‌دهنده
۳- چراغ تعویض دنده
۴- سنسور بار موتور
۵- سرعت‌نما
۶- دورسنج

تعریف دیاگرام تخم‌مرغی

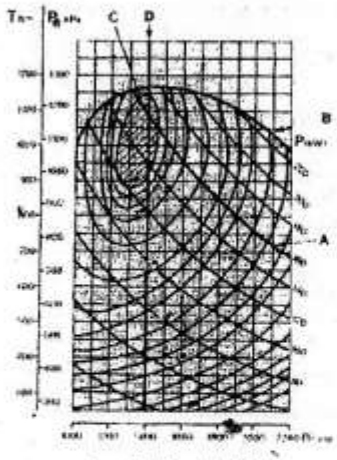
میزان سوخت مصرفی موتور در یکصد کیلومتر مسافت طی‌شده، یکی از مشخصه‌های مهم هر موتور است. بهترین حالت یا اقتصادی‌ترین شرایط آن است که برای تولید بیشترین مقدار قدرت، کمترین مقدار سوخت مصرف شود. دیاگرام تخم‌مرغی این رابطه را بیان می‌کند.

در این دیاگرام، توان خروجی، گشتاور، فشار مؤثر بر پیستون و سوخت ویژه نسبت به دور موتور معین می‌شود.

در شکل ۸-۵ منحنی A قدرت خروجی موتور در دورهای مختلف، منحنی B گشتاور موتور، منحنی C سوخت ویژه و خط D دوری از موتور است که در آن گشتاور موتور حداکثر است.

از ترکیب منحنی گشتاور (B) و سوخت ویژه (C) منحنی تخم‌مرغی ایجاد می‌شود. هرگاه این منحنی به صورت بسته کامل در آید (کوچکترین منحنی تخم‌مرغی)، سوخت ویژه کمترین مقدار و گشتاور موتور بیشترین مقدار است. این حالت در دور ۱۴۰۰rpmکه گشتاور بیشترین مقدار است به دست می‌آید. (برای موتور مورد مثال) بنابراین دنده‌های خودرو و باید طوری انتخاب شود که دور موتور در حدود ۱۴۰۰rpmو گشتاور حدود ۱۱۶۰Nm(برای موتور مورد مثال) باشد تا سوخت ویژه کمترین مقدار گردد.

مثال: اگر راننده کامیونی با حداکثر سرعت مجاز حرکت کند، قدرت خروجی موتور در این سرعت برابر با ۱۶۰Kw می‌باشد. برای تولید چنین قدرتی موتور باید ۱۸۰۰ یا ۲۱۰۰ دور داشته باشد که این



شکل ۸-۵ دیاگرام تخم‌مرغی

دور موتور به نوع دنده انتخابی بستگی دارد. اگر از دیاگرام تخم‌مرغی مقدار سوخت ویژه دو دور ۱۸۰۰و ۲۱۰۰ را در نظر بگیریم:

برای دور ۲۱۰۰rpm سوخت ویژه $۲۳۰ \frac{gr}{Kw.hr}$

و برای دور ۱۸۰۰rpm سوخت ویژه $۲۱۵ \frac{gr}{Kw.hr}$ می‌باشد.

بنابراین مصرف سوخت موتور در یک ساعت برای دو حالت فوق برابر خواهد بود با:

مصرف سوخت حالت اول:

$$۲۳۰ \frac{gr}{Kw.hr} \times ۱۶۰\ Kw = ۳۶۸۰۰ \frac{gr}{hr}$$

مصرف سوخت حالت دوم:

$$۲۱۵ \frac{gr}{Kw.hr} \times ۱۶۰\ Kw = ۳۴۴۰۰ \frac{gr}{hr}$$

این اختلاف مصرف نشان می‌دهد که هرگاه با دنده سنگین و سرعت کمتر حرکت کند حدود ۶/۵ ۰/۰ در هر ساعت سوخت مصرفی موتور کمتر خواهد بود. بنابراین بهتر است راننده دور $۱۸۰۰\ rpm$ را انتخاب کند.

شکل۹-۵ نشاندهنده سوخت یکصدکیلومتر

جدول مشخصات گازوئیل

ردیف	خصوصیات	مقادیر	شماره استاندارد آزمایش
۱	وزن مخصوص در $۱۵\ ^\circ C$ $\frac{gr}{cm^3}$	۰/۸۲۰ تا ۰/۸۶۰	DIN51757
۲	منحنی جوش: مقدار سوخت تبخیر شده بالاتر از $۲۵۰\ ^\circ C$ مقدار سوخت تبخیر شده بالاتر از $۳۵۰\ ^\circ C$	 ۶۵ درصد حجمی ۸۵ درصد حجمی	DIN51751
۳	ویسکوزیته سینماتیکی در $۲۰\ ^\circ C$ بر حسب $\frac{mm^2}{S}$ یا سانتی استوک	۲ تا ۸	DIN51561 DIN51562
۴	درجه حرارت احتراق بر حسب سانتی‌گراد	بالاتر از ۵۵	DIN51755
۵	قابل فیلتر در تابستان ویسکوزیته روان‌بودن: قابل فیلتر در زمستان	حداکثر تا $۰\ ^\circ C$ حداکثر تا $۱۵\ ^\circ C$	DIN51428
۶	درصد گوگرد موجود در سوخت نسبت به وزن سوخت	۰/۳	DINEN41 DIN51400
۷	درصد رسوب کربن بر حسب وزن سوخت	۰/۱	DIN51551
۸	تمایل به اشتعال با عدد ستان در موتورهای با تزریق غیرمستقیم	۵۰	
۹	تمایل به اشتعال با عدد ستان در موتورهای با تزریق مستقیم	۷۵	*DIN51773*

فصل اول

مخلوط سوخت و هوا و جرقه

موتورهای احتراق داخلی جهت کارکرد خود به مخلوط بهینه‌ای از سوخت و هوا احتیاج دارند. نسبت تئوری ایده آل جهت این منظور برابر۱: ۱٤/۷ می‌باشد (۱٤/۷ گرم هوا به ۱ گرم بنزین) که به آن نسبت استوکیومتریک نیز می‌گویند.

بسته به شرایط مختلف کارکرد موتور این نسبت نیز تغییر پیدا خواهد کرد. از طرفی کمترین مصرف سوخت در موتورهای احتراقی وابستگی شدیدی به نسبت مخلوط سوخت و هوا در موتورها دارد. از لحاظ تئوری با افزایش مقدار هوا می‌توان به مصرف سوخت کمتری که منجر به احتراق کامل موتور شود دست پیدا کرد اما در عمل این واقعیت توسط فاکتورهایی مانند قابلیت اشتعال مخلوط و نیز تایمینگ احتراق، محدود شده و تغییر پیدا خواهد کرد.

در موتورهای جدید کمترین مقدار مصرف سوخت بستگی به نسبت سوخت و هوا داشته و تقریباً برابر ۱۵ تا ۱۸ کیلوگرم هوا برای هر کیلوگرم از سوخت می‌باشد به عبارت دیگر ۱۰۰۰۰ لیتر هوا جهت احتراق یک لیتر سوخت مورد نیاز می‌باشد.

بعلت این‌که موتورها بیشتر زمان کارکرد خود را در حالت نیمه باز دریچه‌ی گاز اختصاص می‌دهند به این منظور موتورها برای کمترین مقدار مصرف در این محدوده طراحی شده‌اند.

مخلوط‌هایی که شامل درجه بیشتری از سوخت می‌باشند بازده بهتری در سایر شرایط کارکرد موتور همانند دور آرام موتور و نیز حالت باز بودن کامل دریچه‌ی گاز، خواهند داشت.

سیستم آرایش‌بندی مخلوط بایستی نیازهای موتور را در شرایط مختلف و متغییر فراهم آورد.

فاکتور نسبت هوا (λ)

فاکتور نسبت هوا λ جهت نشان دادن مقدار انحراف مخلوط سوخت و هوای واقعی نسبت به مقدار تئوری آن (۱: ۱۴/۷) می‌باشد.

$$\lambda = \frac{\text{وزن هوای تنفس شده به داخل سیلندر}}{\text{هوای مورد نیاز جهت احتراق در حالت استوکیومتریک}}$$

$\lambda = ۱$: مقدار هوای داخل سیلندر جوابگوی نیاز سیستم در حالت استوکیومتریک می‌باشد.

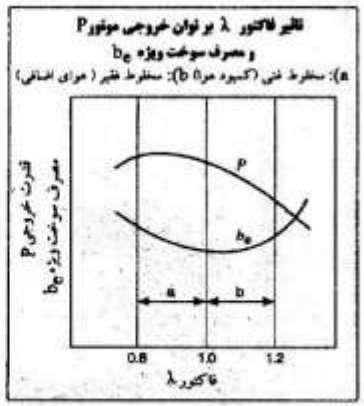
$\lambda \pi ۱$: کمبود هوا و سیستم غنی است (سوخت بیشتر) و افزایش قدرت مفید در محدوده‌ی $\lambda = ۰/۸۵ - ۰/۹۵$ امکان پذیر است.

$\lambda \phi ۱$ هوای اضافی در سیستم موجود است (سیستم فقیر)

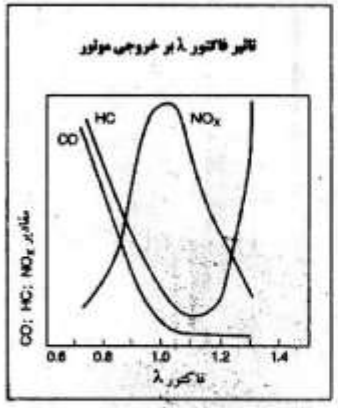
هوای اضافی در این محدوده باعث مصرف سوخت کمتر به همراه کاهش بازده سیستم است به‌طوری‌که در محدوده $\lambda \phi ۱/۳$ مخلوط قابل احتراق نبوده و احتراقی در سیستم رخ نخواهد داد.

برای رسیدن به کمترین مصرف سوخت در حالت نیمه‌بار، تغذیه موتور در محدوده‌ی $\lambda = ۱/۱ - ۱/۲$ طراحی می‌شود و برای بیشترین قدرت در حالت باز بودن کامل دریچه‌ی گاز $\lambda = ۰/۸۵ - ۰/۹۵$ و در حالت دور آرام به مقدار $\lambda = ۱$ می‌رسد.

مطابق شکل ۱-۱ برای بیشترین قدرت با کمترین مصرف سوخت فاکتور λ در محدوده‌ی ۱/۱ – ۰/۹ می‌باشد و در همین محدوده مطابق شکل ۲-۱ مقادیر co و Hc کمترین مقدار ولی مقدار NOX به بیشترین مقدار خود می‌رسد که در حالت درجه حرارت معمولی کارکرد موتور ضروری است مقدار λ برابر یک ثابت باقی بماند تا در مسیر گازهای خروجی عملکرد صحیح مبدل کاتالیستی موجب کاهش شدید NOX گردد.



شکل ۱-۱



شکل ۲-۱

اشتعال در مخلوط

اشتعال در زمان معین با نسبت اختلاط صحیح سوخت و هوا موجب عملکرد مناسب سیستم مبدل کاتالیتیکی می‌باشد.

عدم اشتعال به موقع که مربوط به تایمینگ جرقه می‌شود می‌تواند منجر به وارد آمدن خسارت به مبدل کاتالیتیکی شود که بر اثر گرمای زیاد ناشی از سوخته شدن گازهای نسوخته در داخل مبدل می‌شود.

جهت اشتعالی قابل قبول در مخلوط استوکیومتریک سوخت و هوا قوس الکتریکی با انرژی معادل ۰/۲ mj مورد نیاز می‌باشد.

بسته به غنی یا فقیر بودن مخلوط سوخت و هوا مقدار این انرژی نیز متغیر خواهد بود.

اگر انرژی اشتعال به مقدار کافی تولید نشود اشتعالی وجود نداشته و در نتیجه مخلوط سوخت و هوا به درستی محترق نشده و باعث بد کار کردن موتور خواهد شد به همین علت بایستی انرژی اشتعال به حد کافی تولید گردد تا مخلوط سوخت و هوا تحت شرایط گوناگون محترق گردد.

مخلوط قابل اشتعال کوچکی نیز جهت اشتعال کل مخلوط سوخت و هوا توسط شمع، کافی می باشد. این مخلوط قابل اشتعال پس از احتراق بصورت جبهه‌ی شعله به سایر قسمت‌های مخلوط داخل سیلندر انتقال می‌یابد.

یک مخلوط مناسب از لحاظ عدم وجود مانع در عملکرد شمع‌ها، مدت زمان جرقه را افزایش می‌دهد.

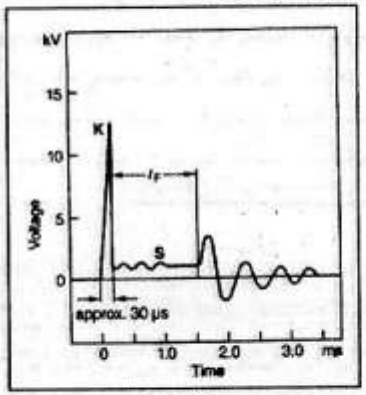
تولید جرقه

برای تولید جرقه به یک ولتاژ کافی جهت ایجاد قوس الکتریکی ما بین دو الکترود شمع مورد نیاز می‌باشد.

هنگامی‌که مرحله اشتعال آغاز می‌گردد (شکل ۳-۱)، ولتاژ سر الکترودها به سرعت از مقدار صفر به ولتاژ نهایی مورد نیاز جهت ایجاد قوس الکتریکی ما بین دو سر الکترودها می‌رسد (ولتاژ اشتعال)

در نقطه اشتعال، ولتاژ شمع، کاهش پیدا کرده و ولتاژ را در حد ثابتی نگه می‌دارد (نقطه K) مخلوط سوخت و هوا تا زمانی‌که قوس الکتریکی ایجاد شده مابین دو سر الکترود وجود داشته باشد قابل احتراق خواهد بود (t_F مدت زمان جرقه) سرانجام قوس الکتریکی در سر الکترود شمع از بین رفته و ولتاژ به آرامی به صفر باز می‌گردد.

منحنی واکنش ولتاژ شمع
K: ولتاژ اشتعال S: ولتاژ سوختن
t_F: مدت زمان جرقه



شکل ۳-۱

زمان اشتعال

در حدود ۲ میلی ثانیه از زمان جرقه تا احتراق کامل، زمان لازم می‌باشد.

در صورت تغییر نکردن مخلوط این پریود زمانی به صورت ثابت باقی خواهد ماند.

تایمینگ جرقه صحیح به زاویه‌ی قبل از نقطه مرگ بالا اطلاق می‌شود که به آن آوانس جرقه می‌گویند.

تایمینگ جرقه بایستی جهت نیل به اهداف ذیل بدرستی تنظیم گردد:

۱- بالاترین قدرت خروجی موتور

۲- مصرف سوخت کمتر

۳- جلوگیری از بوجود آمدن پدیده ضربه در موتور

٤- آلودگی خروجی کمتر

پدیده ضربه‌زنی در موتورها از احتراق خودبه‌خودی مخلوط سوخت و هوا، ناشی از توانایی ارسال جرقه به سایر قسمت‌های مخلوط در فاز اولیه اشتعال می‌باشد.

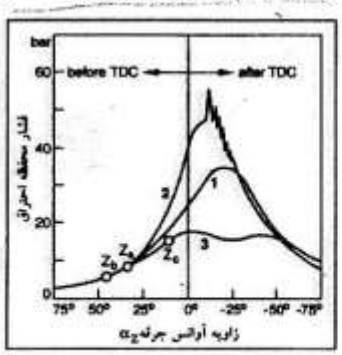
مطابق شکل ٤-۱ اگر اشتعال در نقطه Z_h (زاویه آوانس بیش از حد تقریباً ٤٥ درجه) رخ دهد نمودار فشار شماره ۲ می‌باشد واگر اشتعال در لحظه صحیح Z_n (زاویه آوانس حدود ۲۲ درجه) رخ دهد نمودار فشار شماره ۱ می‌باشد. افزایش ناگهانی فشار ناشی از احتراق پیش از موعد و همچنین نوسانات فشار احتراق در نمودار ۲ دقیقاً پدیده‌ی ضربه را نشان می‌دهد که استمرار این پدیده باعث بوجود آمدن خسارت اساسی به موتور و شمع‌ها می‌گردد.

(به طور مثال باعث آسیب دیدن واشر سرسیلندر، یاتاقان‌ها و بوجود آمدن حفره بر روی پیستون می‌شوند).

پدیده ضربه زنی می‌تواند همراه با تولید صدا در هنگام شتاب‌گیری و تحت بار زیاد و در سرعت‌های پایین باشد و یا بدون صدا در سرعت‌های بالا باشد اگر چه پدیده ضربه‌زنی همراه با صدا نیز نمی‌تواند منبع قابل اعتمادی جهت پی بردن به وجود این عامل در موتور باشد. بهر حال تجهیزات الکترونیکی جدید بکار رفته در موتورهای با سوخت‌رسانی انژکتوری (مانند سنسور ضربه)، قادر به شناسایی دقیق این پدیده می‌باشند.

علاوه بر عامل آوانس بیش از حد جرقه در ایجاد پدیده ضربه عواملی نیز همچون شکل محفظه احتراق، شکل و آرایش مخلوط سوخت و هوا، مسیر ورود هوا و نیز کیفیت خود سوخت می‌تواند مؤثر باشد.

نمودارهای فشار محفظه احتراق در نقاط مختلف اشتعال
۱- اشتعال (Za) در لحظه صحیح
۲- اشتعال (Zb) پیش از موقع (پدیده ضربه)
۳- اشتعال (Zc) دیرتر از موعد



شکل ۴-۱

فصل دوم

ساختمان کلی سیستم سوخت رسانی انژکتوری

ساختار اصلی سیستم تزریق سوخت الکترونیکی (EFI) موتورهای انژکتوری

عملکرد EFI (Eloctronic Fuel Injection) بدین صورت است: ابتدا تزریق بهینه‌ای از سوخت و هوا (نسبت تئوریک ۱ به ۱۴/۷) را تعیین می‌کند. در این حالت اگر افزایش در حجم هوای ورودی آید، به طور مناسب حجم سوخت تزریقی افزایش می‌یابد و با کاهش حجم هوا، حجم سوخت تزریقی را کاهش می‌دهد تا به نسبت تئوریک ۱: ۱۴/۷برسد که به آن کنترل حجم مبنا گفته می‌شود.

اما در تمام شرایط با این میزان نسبت سوخت، موتور صحیح عمل نخواهد کرد و بر حسب شرایط این نسبت باید تغییر کند.

دو روش برای تصحیح وجود دارد اول به نام کنترل غنی سازی که ECU حجم پاشش سوخت را زیاد می‌کند و دیگری تجهیزات کمکی است که عمل کنترل را بدون دخالت ECU انجام می‌دهد.

ECU بر اساس اطلاعات مختلفی در باره‌ی حالت موتور از طریق سنسورها (دما و فشار هوای ورودی، دور موتور و ...) نسبت سوخت و هوا را غنی‌تر یا رقیق‌تر می‌نماید.

بوسیله تجهیزات کمکی مثل انژکتور استارت سرد و دریچه هوای کمکی (شیر هوا) تصحیح نسبت انجام می شود.

انژکتور استارت سرد:

مقصود از کاربرد انژکتور استارت سرد، بهبود قابلیت استارت زدن موتور به هنگام سرد بودن موتور می‌باشد. استارت شدن موتور سرد نیاز به سوخت بیشتر ومخلوط غنی تر

دارد. فقط در هنگام سرد بودن موتور و چرخش میل‌لنگ موتور توسط موتور الکتریکی استارت، انژکتور استارت سرد، سوخت لازم را برای غنی کردن مخلوط سوخت و هوا تزریق می‌کند. به عبارت دیگر در طی استارت شدن موتور سرد،سوخت از طریق انژکتورهای سیلندر و انژکتور استارت سرد تزریق می گردد. در این روش نسبت سوخت و هوا با استفاده از مقدار سوخت تزریق شده توسط انژکتور استارت سرد افزایش می‌یابد و باعث تولید مخلوط غنی تر می‌شود. انژکتور استارت سرد یک نوع شیر برقی می‌باشد که انرژی الکتریکی لازم برای باز و بسته کردن شیر و تزریق سوخت را از طریق باتری تأمین می‌کند. برای جلوگیری از غنی شدن زیاده از حد مخلوط سوخت و هوا، دوره‌ی زمانی تزریق توسط سوئیچ زمانی (که از دو فلز غیر همجنس و سیم پیچ الکتریکی تشکیل یافته است) کنترل می گردد.

شیر هوا (Air Valve):

هنگامی‌که درجه حرارت پایین می‌باشد شیر هوا باعث افزایش سرعت دور هرزگرد موتور می‌گردد و گرم شدن موتور را تسریع می‌بخشد. هنگامیکه موتور سرد است و دریچه گاز بسته می‌باشد، سیلندرهای موتور هوای لازم را از طریق شیر هوا دریافت می‌کنند. حجم هوای عبوری از شیر هوا با توجه به درجه حرارت تغییر می‌کند. به هنگام سرد بودن موتور،شیر هوا کاملاً باز شده و اجازه می‌دهد حجم زیادی از هوا از آن عبور کند.

با افزایش درجه حرارت، شیر هوا بتدریج بسته می‌شود. بدین ترتیب که به هنگام رسیدن درجه حرارت آب رادیاتور به درجه حرارت عملکرد معمولی، شیر فوق کاملاً بسته شده و جریان هوا کاملاً قطع می گردد. سرعت بالای دور هرز گرد موتور متناسب با میزان حجم هوای عبوری از شیر هوا می باشد که به هنگام پایین بودن درجه حرارت موتور، بالا رفته و در اثر افزایش درجه حرارت موتور، سرعت هرزگرد معمولی افت می‌کند. باز و بسته کردن شیر هوا اصولاً توسط شیر ترموواکس (thermowax valve) کنترل می‌گردد که تابع درجه حرارت آب رادیاتور می باشد.

مزیت عمده دستگاه تزریق سوخت الکترونیکی در آن است که می توان میزان تزریق سوخت در هر سیلندر را برای هر سیکل‌کاری آن دقیقاً تنظیم نمود. کنترل میزان تزریق سوخت در

هر سیلندر بوسیله‌ی ضربان‌های تنظیم شده شدت جریان صورت می گیرد که به سوپاپ سولونوئیدی (انژکتورها) فرستاده می‌شود.

انواع دستگاه‌های تزریق سوخت الکترونیکی EFI

۱-D-EFI (کنترل فشار هوای مانیفولد)

D از لغت آلمانی Druch به معنای فشار گرفته شده است.

در این نوع دستگاه تزریق سوخت،جرم هوای ورودی که در هر سیکل موتور به درون سیلندر مکیده می‌شود بطور غیر مستقیم با اندازه‌گیری فشار هوا توسط حسگر MAP بدست می‌آید. به این ترتیب با بکارگیری نقشه‌ی پاشش سوخت در حافظه ECU، زمان پایه‌ی بازماندن انژکتور محاسبه می‌گردد. این دستگاه در سال ۱۹۶۷ توسط شرکت بوش با نام تجارتی D-jetronic به بازار عرضه گردید.

۲- L-EFI (کنترل جریان هوای ورودی)

L از لغت آلمانی Lufl به معنای جریان هوا گرفته شده است.

اصول کار این دستگاه بر اندازه‌گیری دقیق جریان هوای ورودی به موتور در هر ضربه تنفس، استوار است که با حسگر جریان هوا (AFS) اندازه گیری می‌شود.

تشکیلات کلی این دستگاه شبیه دستگاه قبلی می‌باشد، با این تفاوت که حسگر MAP جای خود را به حسگر جریان هوا می‌دهد که در مسیر ورودی هوا و بلافاصله پس از صافی هوا مستقر می‌گردد.

دستگاه تزریق جریان هوا گران‌تر و پیچیده‌تر از دستگاه تزریق فشار هوا است و در سال ۱۹۷۳ توسط شرکت بوش با نام تجارتی L-jetronic به بازار عرضه گردید.

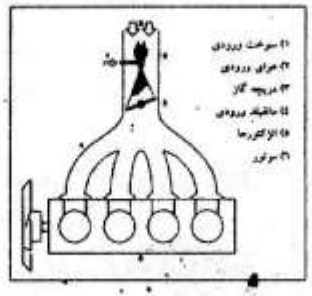
۳ـ K-EFI (کنترل مکانیکی)

در این نوع دستگاه تزریق سوخت، مبنای کنترل مقدار هوای ورودی جهت تشخیص زمان پایه‌ی پاشش سوخت بصورت مکانیکی اندازه‌گیری می‌شود. نام تجارتی آن K-jetronic است.

انواع پاشش سوخت در سیستم انژکتوری:

۱ـ SPFI (Single Point Fuel Injection) (پاشش تک نقطه‌ای)

پاشش سوخت توسط یک یا دو انژکتور داخل مانیفولد هوا انجام می‌شود.



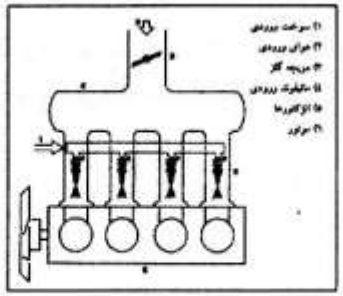
۲ـ MPFI (Multi Point Fuel Injection) (پاشش چند نقطه‌ای)

پاشش سوخت توسط یک انژکتور مجزا برای هر سیلندر داخل مانیفولد، پشت سوپاپ ورودی انجام می‌شود. سیستم MPFI به سه نوع تقسیم می‌شود: (از نظر نوع پاشش)

الف- غیر ترتیبی: هر چهار انژکتور با هم پاشش می‌کنند مانند اولین سری پژو پرشیا و سمند با ECU نوع MM8P (مگنتی مارلی)

ب- نیمه ترتیبی: انژکتورها دو به دو پاشش می‌کنند (۱و٤ با هم ۲و ۳ با هم) مانند : پیکان و پژو پارس و سمند. برنامه پاشش نیمه ترتیبی در EUC نوع sl96 طراحی شده است.

ج- ترتیبی: پاشش بر حسب ترتیب احتراق انجام می‌شود. این نوع پاشش در ECU S2000 و سیستم بوش برنامه‌ریزی شده است که جایگزین دو گروه قبلی شده و امروزه در تمام اتومبیل‌های ساخته شده در کشور ما از این گروه استفاده می‌شود. سمند پیکان (آخرین سری تولید) و پژو ٤٠٥ و ٢٠٦ و زانتیا و پراید.



۳ـ GDI Gasoline Direct Injection) (پاشش مستقیم سوخت)

پاشش سوخت توسط یک انژکتور مجزا برای هر سیلندر داخل محفظه احتراق انجام می‌شود.

مزایای سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری

۱ـ کاهش مصرف سوخت

این سیستم تمامی اطلاعات ضروری کارکرد موتور (نظیر سرعت موتور، بار موتور، درجه حرارت، میزان باز شدن دریچه گاز) را جهت شناسایی وضعیت دقیق کاری موتور مشخص کرده و بدین وسیله مقدار دقیق سوخت مورد نیاز موتور را تأمین می‌کند.

۲ـ افزایش بازده موتور

با توجه به پاشش سوخت در پشت سوپاپ ورودی این سیستم آزادی عمل بیشتری را جهت پر شدن سیلندر (بازده حجمی) و گشتاور بالاتر فراهم می‌کند. این عمل باعث افزایش توان خروجی و نیز بهبود نمودار گشتاور خواهد شد.

۳ـ قابلیت شتاب‌گیری سریع

تمامی سیستم‌های انژکتوری خود را با تغییرات بار موتور در هر شرایط کارکرد بدون هیچ وقفه‌ای مطابقت می‌دهند و قادرند در لحظه شتاب‌گیری، میزان غلظت سوخت را متناسب با بار موتور تأمین کند.

۴ـ قابلیت استارت بهتر در هوای سرد

مقدار دقیق سوخت مطابق با درجه حرارت موتور و سرعت استارت مشخص می‌شود و امکان استارت سریع و پایداری موتور در دور آرام را فراهم می‌کند در هنگام گرم شدن موتور سیستم دقیقاً از مقدار مشخصی سوخت جهت ادامه کار موتور و پاسخ به نیاز دریچه‌ی گاز با هدف کمترین مقدار مصرف سوخت استفاده می‌کند.

۵ـ آلودگی خروجی کمتر

این سیستم قادر است سیستم جرقه (آوانس جرقه) و سیستم آرایش‌بندی نسبت مخلوط سوخت و هوا را درتمام شرایط کاری موتور طوری تطبیق دهد تا علاوه بر تولید قدرت حداکثر، میزان سطح آلاینده های خروجی را به حداقل برساند.

۶ـ توزیع سوخت به اندازه لازم به کلیه سیلندرها

در سیستم‌های انژکتوری سوخت لازم برای هر سیلندر بطور مجزا توسط سوزن‌های انژکتور پشت سوپاپ ورودی آماده تحویل است.

معرفی اجزاء و عملکرد اجمالی سیستم

مجموعه سیستم سوخت رسانی انژکتور به سه دسته کلی تقسیم می شوند:

۱ـ فرمان دهنده‌ها یا سنسورها (sensors)

۲ـ واحد پردازش‌گر ECU (Electrical Control Unit)

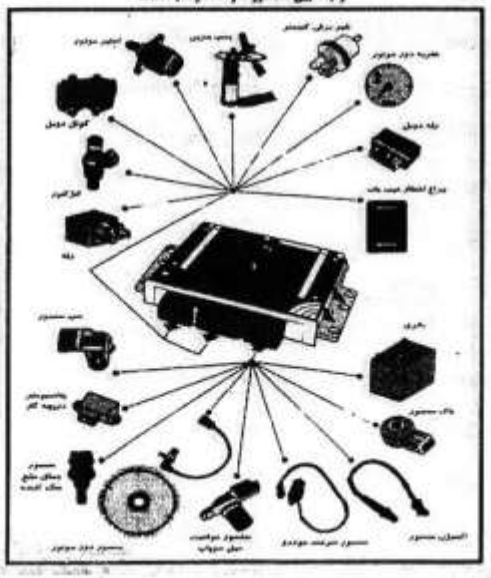
۳ـ عمل کننده‌ها یا عملگرها (actuaturs)

سنسورها حس کننده کمیت‌های فیزیکی مانند: تغییرات دمای آب ـ دمای هوا و فشار هوای مانیفولد ورودی و کمیت‌های مکانیکی مانند: تغییرات دور موتور ـ سرعت خودرو ـ موقعیت دریچه‌ی گاز می‌باشند و گزارشات مربوط به هر کمیت را بصورت پالسهای الکتریکی با ولتاژهای متغیری در اختیار ECU قرار میدهد.

ECU با توجه به پروتکل و برنامه‌ی نرم‌افزاری طراحی شده در آن، داده‌های دریافتی را تجزیه و تحلیل نموده و با هدف کمترین آلودگی و بیشترین قدرت خروجی و حداقل مصرف سوخت، فرمان فعال شدن عملگرها مانند: انژکتورها، شمع‌ها و ... را صادر می‌کند.

sensor → *ECU* → *Actuatur*

ارتباط بین سنسورها و عملگرها با ECU



کد شناسایی قطعات

کلیه قطعات مربوط به سیستم‌های سوخت رسانی انژکتوری دارای کد شناسایی برای معرفی در نقشه‌ها می‌باشند.

کد شناسایی	نام قطعه
BB00	باطری
BB10	جعبه تقسیم کالسکه (داخل اتاق موتور)
CA00	مغزی سوئیچ
BF00	جعبه فیوز اصلی
0004	پشت آمپر (دور سنج و لامپ اخطار)
1304	رله‌ی دوبل (در خودرو ۲۰۶ مالتی پلکس داخل BM34 وجود دارد)
7001	سوئیچ فشار فرمان هیدرولیکی
8020	کلاچ کمپرسور
M040	بدنه
8005	رله قطع کن کولر
1215	شیر برقی کنیستر
C1260	فیوز پمپ بنزین
1210	پمپ بنزین
1320	ECU موتور
1334-1331	انژکتورهای ۱و۲و۳و۴
C1300	کانکتور عیب یاب
1005	رله قطع کن استارت
1620	سنسور سرعت خودرو
1225	موتور پله‌ای
1313	سنسور دور موتور
1220	سنسور دمای مایع خنک کننده

1120	ناک سنسور
1240	سنسور دمای هوای ورودی
1317	پتانسیومتر دریچه‌ی گاز
1312	سنسور فشار هوای مانیفولد
C1265	فیوز گرمکن دریچه‌ی گاز
1270	گرمکن دریچه‌ی گاز
C1360	فیوز گرمکن اکسیژن سنسور
1350	اکسیژن سنسور
1135	کویل دوبل
1203	سوئیچ اینرسی
8618	سیستم هشدار دهنده A.C.U (Alarm Control Unit)
80	کلید AC کولر
1020	دینام

نکته: فیوزهایی که با حرف C کدگذاری شده‌اند،در داخل جعبه فیوز اصلی قرار نمی‌گیرند.

استاندارد رنگ‌ها

برای معرفی رنگ کانکتور یا سوکت‌های اتصال از کدهای مخصوص در نقشه‌ها استفاده می‌شود:

کد رنگ‌ها با استاندارد فرانسه

NR- مشکی	Rg- قرمز
MR- قهوه ای	BU- آبی
BA- سفید	GR- خاکستری
VE- سبز	BG- بژ
VI- بنفش	OR- نارنجی
JN- زرد	RS- صورتی

کد رنگ‌ها با استاندارد انگلیس (مورد استفاده در خودرو سمند)

BK- مشکی	BU- آبی
WI- سفید	Bg- بژ
BR- قهوه ای	OR- نارنجی
GN- سبز	PI- صورتی
YL- زرد	VI- بنفش
GY- خاکستری	RD- قرمز

در نقشه‌های سیم‌کشی خودروها رنگ کانکتورها و سوکت‌ها و تعداد پایه‌ها یا سیم‌های متصل به آن چنین بیان می‌شود:

2V.GR مربوط به سنسور دمای هوای ورودی (۱۲٤۰) یعنی:

2V: سوکت ۲ وایر یا دو پایه است.

GR: رنگ سوکت سنسور خاکستری است.

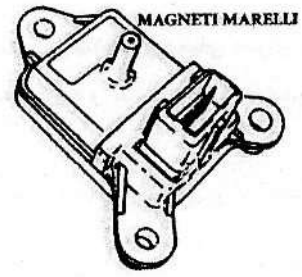
فصل سوم

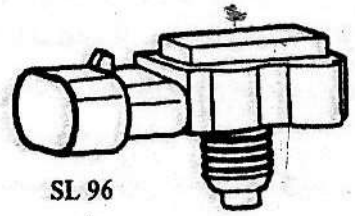
سنسورها (Sensors)

سنسور فشار هوای مانیفولد (MAP sensor) (۱۳۱۲)

MAP: مخفف Manifold Abslot Pressure است.

وظیفه :اصولاً یکی از پارامترهایی که بر روی وزن هوا و به تبع آن وزن اکسیژن موجود در آن تأثیر مستقیم دارد فشار هواست. بنابراین فشار هوا باید به عنوان یکی از پارامترهای مهم در مجموعه‌ی سیستم سوخت رسانی و جرقه وارد شود.





این سنسور مقدار فشار هوای داخل مانیفولد را به ولتاژ تبدیل می‌کند و تغییرات فشار را به صورت تغییرات ولتاژی به ECU ارسال می‌کند.

عملکرد: این سنسور از نوع پیزو الکتریک بوده (مقاومت متغیر با فشار) واز دو قسمت تشکیل شده است:

۱- قسمت حساس به فشار هوا (مکانیکی)

۲- قسمت ارزیابی مدار

هر دو قسمت بر روی لایه سرامیکی قرار دارد.

خاصیت پیزو الکتریک: این خاصیت مربوط به برخی مواد مانند سیلیکون‌ها یا کوارتز می‌باشد که با تغییرات فشار وارد بر آنها می‌توانند ولتاژ عبوری از خود را متناسب با تغییرات فشار تغییر دهند. نوع معمول آن در این سنسور یک تراشه‌ی سیلیکونی به مانند پرده دیافراگم است که با کاهش و افزایش فشار، ولتاژ خروجی آن تغییر می‌کند.

دیافراگم های داخل این سنسور بر اثر فشار هوای داخل مانیفولد دچار کشش شده، تغییر شکل پیدا می‌کنند و مقدار رسانایی المنت‌های داخل آن تغییر می‌کند. در این حالت، قسمت ارزیابی مدار متناسب با تغییر فشار هوا و کشش دیافراگم های داخل سنسور،تغییر ولتاژ ۵ ولت تغذیه (که توسط المنتهای متصل به دیافراگم ها صورت می گیرد) را تقویت کرده و به صورت سیگنال خروجی به ECU ارسال می‌کند.

ولتاژ خروجی آن بین ۴/۷۵-۰/۲۵ ولت می‌باشد که مقدار ۴/۷۵ ولت برای فشار یک اتمسفر در سطح دریا می‌باشد و هر چه از سطح دریا بالا می‌رویم به دلیل کاهش فشار هوا، ولتاژ خروجی نیز کم می‌شود.

با افزایش فشار هوا، حجم هوای ورودی به موتور زیاد میشود و ECU به تناسب آن مقدار پاشش سوخت را افزایش می‌دهد.

ECU با استفاده از سیگنالهای ارسالی از این سنسور و سنسور دمای هوای ورودی و پتانسیومتر دریچه گاز، جرم هوای ورودی را محاسبه کرده و مناسب با آن پاشش سوخت و آوانس جرقه را تنظیم می‌کند.

محل نصب: در خودروهای سمند و پژو ۴۰۵ و پارس روی سینی فن و در پیکان و ۲۰۶ روی مانیفولد ورودی است.

مشخصات الکتریکی:

این قطعه از یک سوکت ۳ پایه تشکیل شده است.

پایه ۱: ارسال سیگنال

پایه ۲: سیم اتصال به بدنه که در داخل ECU بدنه می‌شود.

پایه ۳: تغذیه ۵ ولت از ECU

تست ولتاژی: سوکت قطعه را وصل کرده خودرو را روشن می‌کنیم. با استفاده از ولت‌متر و ۲ عدد سوزن ولتاژ بین پایه های ۲و۳ سوکت سنسور را بررسی می‌کنیم که باید ۵ ولت

باشد و با گاز دادن تغییر نکند. سپس به همان روش ولتاژ بین پایه‌های ۱و۲ را بررسی می‌کنیم که باید بین ۰/۲۵ تا ۴/۷۵ ولت باشد و با گاز دادن ناگهانی ولتاژ آن زیاد شده و به ۴/۷۵ ولت متمایل شود.

علائم خرابی:

۱- در صورت اتصالی بین پایه‌های ۱و۲، فشار هوا به طور کاذب کم گزارش داده می‌شود و خودرو با لرزش خاموش می‌شود.

۲- در صورت اتصالی بین پایه‌های ۱و۳، فشار هوا به طور کاذب زیاد گزارش داده می‌شودو موجب دود کردن و تولید صدای آوانس می‌شود.

۳- در پیکان و RD در صورتی‌که پتانسیومتر CO نیز تنظیم نشده باشد موتور خاموش خواهد شد و روشن هم نمی‌شود.

نکته ۱- سنسور فشار هوای مانیفولد در خودرو ۲۰۶ و زانتیا و پراید مدل بالا نسل جدیدی از سنسورها می‌باشد که سنسور دمای هوای ورودی هم ضمیمه آن است و مستقیماً بر روی مانیفولد ورودی قرار دارد.

نکته ۲- وقتی اطلاعات مربوط به فشار هوای ورودی با اطلاعات مربوط به دور موتور ترکیب شود میتواند تعیین کننده‌ی بار موتور شود.

نکته ۳- ممکن است در اثر خرابی این قطعه خودرو هنگام گاز دادن ناگهانی دود سیاه تولید کند.

نکته۴- اگر فشار جو در یک شهر مثلا مشهد ۹۰۰ میلی بار باشد در هنگام خاموش بودن خودرو اگر سوییچ باز شود فشار اندازه گیری شده بوسیله سنسور MAP همان ۹۰۰ میلی باراست با روشن شدن خودروبدلیل خلاء تولید شده در مانیفولد هوا حد ود ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی بار از فشار اولیه کاسته می‌شود یعنی فشار اندازه گیری شده توسط سنسور MAP بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی بار است در صورت مشاهده فشار بالاتر از حد مذکور بوسیله دستگاه عیب‌یاب میتواند باعث کم شدن کشش موتور گردد.

مواردی که در بالا رفتن فشار MAP موثرند عبارتند از:

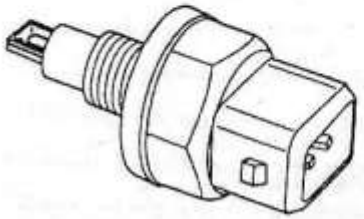
فیلر سفت - تایمینگ نامناسب موتور (تسمه تایم)- ریتارد بودن جرقه- گرفتگی مبدل کاتالیست- هوا کشیدن موتور- خرابی خود سنسور- خرابی ECU

نکته۵- بعضی از سنسورها، سنسور کمکی دارند که در صورت خراب شدن یک سنسور ECU اطلاعات لازم را از سنسور دیگر کسب می‌نماید. سنسور کمکی این قطعه سنسور دمای هوای ورودی و پتانسیومتر دریچه‌ی گاز و اکسیژن سنسور است.

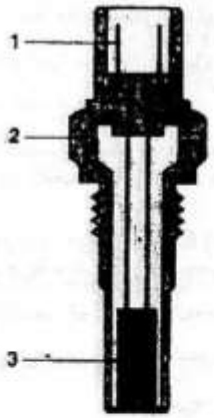
سنسور دمای هوای ورودی (ATS) (۱۲۴۰)

ATS مخفف Air Temprature sensor می‌باشد.

وظیفه: این سنسور دمای هوای ورودی را برای تشخیص جرم هوای ورودی بصورت سیگنال به ECU گزارش می دهد.



۱- رابط الکتریکی ۲- قاب سنسور ۳- مقاومت (NTC)



عملکرد:

سنسور دمای هوا دارای یک مقاومت NTC (Negative Thermal Cofficient) با ضریب حرارتی منفی است. یعنی با افزایش دما مقاومت آن کم می‌شود و بالعکس. محدوده‌ی کارکرد آن بین ۴۰- تا ۱۵۰+ درجه است.

محل نصب:

این قطعه در پیکان در زیر مانیفولد هوا و در پژو و سمند روی محفظه‌ی دریچه‌ی گاز قرار دارد.

مشخصات الکتریکی:

این قطعه دارای یک سوکت ۲ پایه می‌باشد:

پایه ۱: تغذیه 5V+

پایه ۲: ارسال سیگنال

تست اهمی:

مقاومت ۲ پایه قطعه را چک می‌کنیم. باید مطابق جدول A باشد. در غیر اینصورت قطعه خراب است.

+۱۰ OC	۳/۵۲ KΩ تا ٤/۱ KΩ	+٦۰ OC	٥٤۰ Ω تا ٦۱٥ Ω
+۲۰ OC	۲/۳٥ KΩ تا ۲/٦۷ KΩ	+۸۰ OC	۲۸۲ Ω تا ۳۲٦ Ω
+۳۰ OC	۱/٥۸٥ KΩ تا ۱/۷۹ KΩ	+۹۰ OC	۲۱٥ Ω تا ۲٤٥ Ω
+٤۰ OC	۱/۰۸٥ KΩ تا ۱/۲۲ KΩ	+۱۰۰ OC	۱٦٥ Ω تا ۱۸۰ Ω
+٥۰ OC	۷۳٦ Ω تا ۸٥۷ Ω		

جدول A

علائم خرابی:

در صورت خرابی یا قطعی این قطعه ECU دمای هوا را ۴۰ OC- در نظر می‌گیرد و پاشش سوخت را زیاد می‌کند زیرا هر چه دمای هوا کم شود جرم حجمی آن زیاد می‌شود.

از دیگر علائم خرابی این سنسور، دور آرام متغیر و بد کار کردن موتور می‌باشد.

سنسور دمای مایع خنک کننده (CTS) (۱۲۲۰)

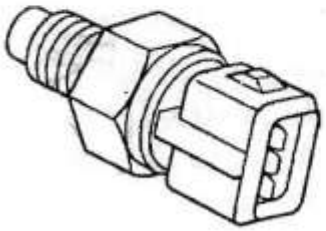
CTS مخفف Cooling Temprature Sensor است.

وظیفه:

این سنسور وظیفه دارد دمای خنک کننده‌ی موتور را با ارسال سیگنال به ECU گزارش دهد.

عملکرد:

عملکرد آن مانند سنسور دمای هوای ورودی است و دارای یک مقاومت NTC و سوکت سه پایه است. به‌طوریکه داخل آن دو عدد سنسور مجزا برای ارسال سیگنال دمای مایع خنک کننده موتور تعبیه شده است یکی برای ECU سیستم سوخت رسانی و جرقه و دیگری برای واحد نشان دهنده درجه حرارت آب موتور بکار می‌رود.



محل نصب:

این قطعه در سر سیلندر روی محفظه ترموستات یا در بلوکه سیلندر نصب می‌شود.

مشخصات الکتریکی:

این قطعه دارای یک سوکت ۲ پایه یا ۳ پایه است.

پایه ۱: اتصال بدنه

پایه ۲: ارسال سیگنال به ECU موتور

پایه ۳: ارسال سیگنال به واحد نشان دهنده

تست اهمی:

درحالت سرد بودن خودرو مقاومت دو پایه سنسور را اندازه‌گیری کرده و خودرو را روشن می کنیم. با گرم شدن آب سیستم خنک‌کننده موتور مقاومت سنسور مطابق جدول A باید کاهش پیدا کند.

تذکر: همیشه لازم نیست سنسور دمای هوا و آب با استفاده از دو یا سه پایه ورودی و خروجی به ECU متصل باشد تا بتواند اطلاعات برگشتی را ارسال نماید. در این گونه موارد از تکنولوژی اندازه گیری جریان استفاده شده که از داخل ECU کنترل می‌شود. همانطور که گفته شد این دو سنسور از نوع NTC هستند و بر حسب دما مقدار مقاومت متفاوتی را از خود نشان می‌دهند لذا جریان‌هایی را متناسب با مقاومت خود عبور داده (ولتاژهای مختلفی را در سر پایه خود ایجاد می‌کنند) و همین معیار فهم ECU از میزان دماهای مختلف آب و هواست.

علائم خرابی:

۱ـ اگر این سنسور خراب باشد و اشتباهاً دمای زیاد (گرم) را به ECU ارسال کند خودرو در هوای سرد روشن نمی‌شود.

۲ـ اگر این سنسور خراب باشد و اشتباهاً دمای کم (سرد) را به ECU ارسال کند خودرو بخوبی روشن می‌شود اما مصرف سوخت بالا می رود و باعث بد کار کردن خودرو در دور آرام می‌شود.

بالا رفتن مصرف سوخت به معنی پاشش زیاد سوخت است و خودرو دائماً در حالت ساسات قرار دارد. این امر باعث جمع شدن دوده سیاه خشک روی شمع شده در نتیجه بد کار کردن خودرو در دور آرام را به دنبال دارد.

ECU با اطلاعات دریافتی از این سنسور اعمال زیر را انجام می‌دهد:

۱ـ ایجاد حالت ساسات

۲ـ تنظیم زمان پاشش و آوانس جرقه

۳ـ سوخت مورد نیاز را هنگام استارت زدن تنظیم می‌کند.

٤ـ با بالا رفتن دمای موتور دور آرام را کاهش می دهد تا به اندازه نرمال برسد.

٥ـ دور آرام را تنظیم می‌کند.

نکته ۱: اگر خودرو در هوای سرد روشن نشد و سنسور آب سالم بود ترجیحاً به سراغ کارکرد استپر موتور می‌رویم.

نکته ۲: در خودروهای مثل پژو و سمند زمانی‌که درجه حرارت بالاتر از ۱۱۰ درجه برسد چراغ هشدار stop در پشت آمپر روشن می‌شود و نشان‌دهنده‌ی بالاتر بودن دما از حد مجاز است.

نکته ۳: در موتور پژو پارس و سمند و ٤٠٥ دو عدد سنسور دمای مایع خنک کننده به‌شرح ذیل وجود دارد:

۱ـ سنسور با سوکت سبز رنگ از نوع NTC دارای ۲ پایه برای ارسال گزارش دمای آب به ECU موتور بکار می رود.

۲ـ سنسور با سوکت آبی رنگ (تک سیم) برای نمایشگر دمای آب پشت آمپر استفاده می‌شود.

تذکر: درمدل‌های اولیه که دارای یونیت فن بودند از سنسور سوم با سوکت قهوه‌ای دو پایه از نوع PTC استفاده می‌شده است اما از آنجایی‌که کنترل فن‌ها بعهده ECU موتور قرار گرفت از اطلاعات سنسور دمای آب برای کنترل فن‌ها نیز استفاده میشود.

۳ـ به‌جای این۲ سنسور در پژو ۲۰٦ از یک سنسور ۲ پایه سبز رنگ یا ۳ پایه آبی رنگ استفاده شده است.

نکته ۴: سنسور کمکی این قطعه سنسور دمای هوای ورودی می‌باشد.

سنسور دور موتور E.S.S (۱۳۱۳)

E.S.S مخفف Engine Speed Sensor است.

وظیفه:

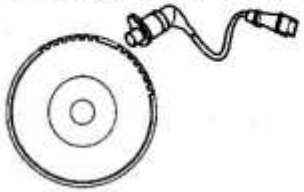
الف- تشخیص نقطه مرگ بالا (TDC) یا همان زمان جرقه‌زنی سیلندر یک

ب- اعلام دور موتور به دور سنج از طریق ECU انژکتور

ج- ارائه آوانس استاتیکی به ECU برای تنظیم دقیق خودرو در دور آرام

د-اعلام حرکت فلایویل به ECU که می‌تواند منتج از انجام استارت و یا هل دادن خودرو در دنده باشد.

عملکرد:



صفحه دندانه دار متصل به فلایویل از مقابل سنسور مغناطیسی عبور می‌کند. محیط این صفحه به ٦٠ قسمت مساوی تقسیم شده است و

۵۸ قسمت آن دنده کاری شده است و دو تقسیم آن بدون دنده می‌باشد. با عبور این دندانه‌ها از مقابل سنسور، میدان مغناطیسی آن تغییر کرده و ولتاژهای متناسبی را ایجاد می‌کند. عبور دو قسمت بدون دنده از جلوی سنسور سبب بوجود آمدن یک پالس شاخص برای تشخیص نقطه مرگ بالا یا زمان جرقه زنی سیلندر یک می‌شود.اطلاعات خروجی از سنسور که به شکل سیگنال الکتریکی می باشند را میتوان با اتصال یک اسیلوسکوپ مشاهده نمود. پروب اسیلوسکوپ باید بین پایه مثبت سنسور دور موتور و بدنه متصل نمود (توجه داشته باشید که کانال‌های دیگر اسیلوسکوپ به بدنه متصل نباشد)

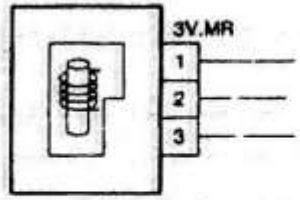
نمودار زیر شکل موج را در دور 1000RPM نشان می دهد که در آن پیک ولتاژ حدود ۵۰-۳۰ ولت است. اما مقدار دقیق آنها به میزان فاصله‌ی هوایی بین صفحه دندانه دار و سنسور بستگی دارند. اگر چه فاصله هوایی بین آن دو ثابت است و قابل تنظیم نمی‌باشد.

با افزایش دور موتور، فرکانس (تعداد سیکل‌ها) و همچنین دامنه‌ی موج‌ها بیشتر می‌شود.

محل نصب:

سنسور دور موتور بر روی پوسته‌ی کلاچ قرار گرفته است.

مشخصات الکتریکی:



دارای سوکت سه پایه است:

پایه ۱- ارسال سیگنال

پایه ۲- اتصال بدنه

پایه ۳- اتصال به غلاف شیلد یا پارازیت گیر

تست اهمی:

مقاومت بین پایه ۱ و ۲ در حدود مقادیر زیر باید باشد.

پژو پارس- سمند- پیکان- زانتیا: ۴۰۰ Ω الی ۵۵۰ Ω

پژو ۲۰۶: ۴۲۵ Ω الی ۵۲۵ Ω

تست ولتاژ:

ابتدا سوکت قطعه را از دسته سیم جدا می‌کنیم و یک سرپروب ولتمتر را که در حالت AC قرار داده ایم به پایه یک و سر دیگر آنرا به پایه ۲ سوکت سنسور اتصال می‌دهیم. سپس به خودرو استارت زده و در حین استارت زدن ولتاژ خروجی را چک می‌کنیم.

ولت‌متر باید ولتاژی در حدود زیر را نشان دهد:

پژو ۲۰۶: بالای ۵ ولت

کلیه خودروهای ایران خودرو: بالای ۲ ولت

علائم خرابی:

اگر سنسور دور موتور خراب شود، موتور استارت می خورد ولی روشن نمی‌شود. چون زمان جرقه‌زنی صحیح را ECU نمی‌تواند برای موتور تعریف کند.

یکی از ساده ترین روش‌های عیب‌یابی این سنسور به این صورت است که اگر خودرو روشن نشد برای آزمایش این که بدانیم این سنسور کار می‌کند یا نه سوئیچ را باز کرده و به صدای کار کردن پمپ بنزین گوش می‌دهیم. صدای پمپ بنزین ۳ تا ۵ ثانیه به گوش می رسد و بعد استارت بزنیم اگر در حین استارت زدن صدای ر کار کرد پمپ بنزین به گوش نرسید نشان از خرابی این سنسور دارد.

تذکر: در Ecu های مدل زیمنس جدید (مانند پراید و Roa) در صورت خرابی سنسور دور موتور، موتور روشن می‌شود زیرا Ecu قادر است اطلاعات مربوط به دور موتور را از سنسور موقعیت میل سوپاپ تأمین نماید. البته در این وضعیت حداکثر دور موتور حدود ۳۰۰۰ دور بر دقیقه می‌باشد و کشش موتور کم می‌شود.

نکته ۱: با نفوذ گرد و غبار و آب این سنسور عملکرد خود را از دست می‌دهد و با ارسال پالس‌های اشتباه به ECU باعث بدکار کردن خودرو در دور آرام می‌شود که بهتر است هر چند وقت یکبار تمیز شود.

نکته ۲: در صورتی‌که عقربه دور موتور به طور غیر معمول حرکت کند (شلاق زدن) و یا خودرو دچار کپ کردن یا cut off بی‌موقع شود (مثلاً در دور ۳۵۰۰) سنسور باید چک شود.

اصطلاح cut off مربوط به قطع سوخت در دورهای بحرانی یا هنگام برداشتن ناگهانی پا از روی پدال گاز در سرعت‌های بالا، بصورت لحظه‌ای میباشد.

نکته ۳: اگر به هر دلیلی فاصله نوک سنسور با دندانه‌های مقابل آن بیشتر یا کمتر باشد باعث ایجاد عمل cut off در دورهای پایینتر مانند ۳۵۰۰ تا ۴۰۰۰ دور می‌شود.

سنسور سرعت خودرو (V.S.S) (۱۶۲۰)

V.S.S مخفف (Vichle Speed Sensor) است.

وظایف:

۱ـ فهمیدن و درک سرعت خودرو و نمایش آن

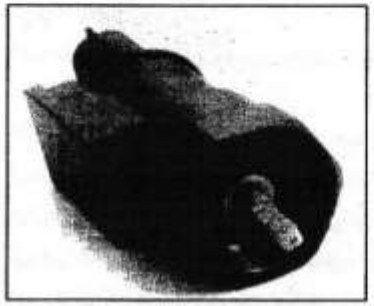
۲ـ فهمیدن دنده درگیر خودرو

۳ـ تصحیح دور آرام در هنگامی که خودرو در حال حرکت است

٤ـ بهینه کردن شتاب خودرو

٥ـ کاهش مکث های موتور

٦ـ از اطلاعات آن برای کیلومترشمار نیز استفاده می‌شود.



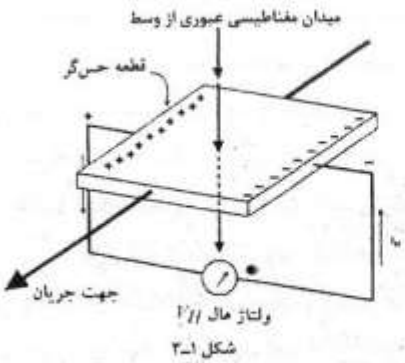
عملکرد:

این سنسور از نوع اثرهال می‌باشد و نیاز به ولتاژ ۱۲ ولت دارد که به محض باز شدن سوئیچ ولتاژ ۱۲ ولت باطری را مستقیماً از سوئیچ دریافت می‌کند.

دارای یک ژنراتور است که میدان مغناطیسی تولید می‌کند بدین صورت که با دریافت ولتاژ مثبت و داشتن بدنه دائم میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود که با حرکت خودرو دنده کیلومتر به گردش در آمده و میدان مغناطیس را قطع نموده و با عبورْ هر دندانه یک پالس الکتریکی (ولتاژ هال)به ECU ارسال می گردد (هر دور شافت خروجی ۸ پالس تولید می‌کند) و با افزایش سرعت خودرو پالس‌های ارسالی به ECU در واحد زمان زیاد شده و ECU متوجه افزایش سرعت خودرو می‌گردد.

اثر هال:

در سال ۱۸۷۹ دانشمندی به نام ایی، اچ، هال مشاهده نمود که در دو سر یک سیم حامل جریان برق واقع در یک میدان مغناطیسی،ولتاژی ایجاد می‌شود. در سیم‌های فلزی، این ولتاژ بسیار ناچیز است ولی در نیمه هادی‌ها بسیار بزرگتر است. جنس آرسنایداندیوم (Inas) به خصوص این خاصیت را زیاد دارد.



شکل ۱ـ۳

شکل ۱-۳ اصول اثر هال را نشان می دهد. الکترون‌هایی که از درون سیم عبور می‌نمایند در اثر میدان مغناطیسی شدید اطراف آن به یک طرف سیم رانده می‌شوند که سبب ازدیاد بار منفی در آن طرف می‌گردند. در طرف مقابل سیم، کمبود الکترون و مازاد بار مثبت خواهیم داشت. این اختلاف پتانسیل (ولتاژ هال V_H) نسبت به شدت و ضعف میدان مغناطیسی زیاد و کم می‌شود.

در غیاب میدان مغناطیسی V_H صفر است. به طور کلی با حضور یک میدان مغناطیسی متوسط و جریانی حدود 100mA ،ولتاژ تولیدی هال حدود 50mv می‌باشد.

حسگرهای هال،ارزان و محکم هستند لذا از قابلیت تشخیص وجود یا عدم میدان مغناطیسی به کمک ولتاژ هال به وفور در الکترونیک اتومبیل برای اندازه گیری تعداد دور یک محور استفاده می‌شود.

محل نصب:

این سنسور بر روی کابل کیلومتر شمار نصب گردیده است و یک سیگنال با فرکانس متناسب با سرعت شفت خروجی گیربکس تولید می‌نماید.

مشخصات الکتریکی:

سوکت این سنسور سه پایه دارد:

پایه ۱- تغذیه ۱۲ ولت باطری

پایه ۲- اتصال بدنه‌ی دائم

پایه ۳- ارسال سیگنال

تست اهمی:

بوسیله اهم متر سیم پایه سوم سوکت سنسور را تا پایه ECU (طبق نقشه خودرو مربوطه) چک می کنیم. باید مقاومت آن کمتر از یک اهم باشد در غیر این‌صورت مسیر ایراد دارد.

مقاومت تقریبی بین پایه های ۲ و ۳ سنسور K ۱۵ است

تست ولتاژی:

در صورت خرابی قطعه، سوکت آن را جدا کرده خودرو را روشن می‌کنیم. دو سر پروب ولت‌متر را به پایه ۱ و ۲ سوکت دسته سیم اتصال می‌دهیم. ولتاژ باید 12v+ باشد. اگر نبود باید مسیر برق را تا سویچ چک کنیم.

علائم خرابی:

۱ـ کیلومتر شمار کار نمی‌کند.

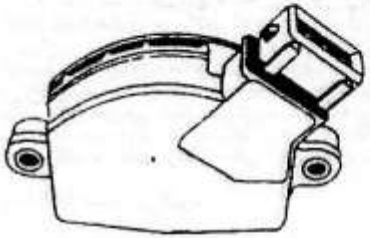
۲ـ عقربه کیلومتر شمار حالت شلاق زدن دارد.

۳ـ در هنگام توقف آنی خودرو خاموش می‌شود.

در سر بالایی و هنگام دنده معکوس ریپ می‌زند.

سنسور موقعیت دریچه‌ی گاز (TPS) 1317

TPS مخفف Throttle Position Sensor است.



وظایف:

این سنسور زاویه باز بودن دریچه‌ی گاز را به ولتاژ تبدیل می‌کند و سیگنالی را بر اساس تغییر زاویه دریچه‌ی گاز به ECU ارسال می‌کند. اطلاعات ارسال شده از سنسور در موارد ذیل بکار می رود:

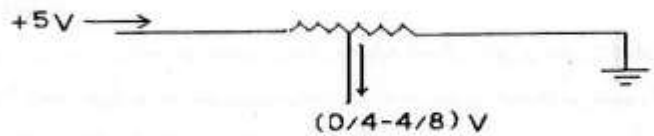
۱ـ حالت‌های بسته بودن دریچه گاز یا دور آرام (Idle)، نیمه باز بودن و باز بودن کامل دریچه‌ی گاز

۲ـ اعلام شتاب مثبت ناگهانی به ECU به منظور قطع رله ی کولر.

۳ـ اعلام شتاب منفی سریع (برداشتن ناگهانی پا از روی پدال گاز جهت ترمز گیری) به ECU به منظورقطع پاشش سوخت

عملکرد:

دارای یک پتانسیومتر تقسیم کننده ولتاژ است . بدین صورت که ولتاژ تغذیه ۵ ولتی از ECU را به ولتاژهای بین ۰/٤ تا ٤/۸ ولت تبدیل نموده و بصورت سیگنال به ECU ارسال می‌کند.



با توجه به تغییر وضعیت دریچه‌ی گاز توسط پدال گاز، مقاومت پتانسیومتر دریچه‌ی گاز تغییر می‌کند و بر روی ولتاژ برگشتی به ECU تأثیر می گذارد . بطوری که در حالت دور آرام ولتاژ ارسالی حدود 0/4v و با فشردن پدال گاز با توجه به کم شدن مقاومت، ولتاژ ارسالی به ECU به 4/8v می‌رسد.

به این ترتیب ECU از مقدار ولتاژ برگشتی، میزان باز و بسته بودن دریچه‌ی گاز را تشخیص می‌دهد. سیگنالهای ارسالی این سنسور به دو صورت سیگنال دور هرزگرد یا آرام (IDLE) و سیگنال دور قدرت موتور (PSW) به ECU ارسال می‌گردد.

سیگنال دور هرزگرد اصولاً برای کنترل قطع سوخت پاشی (هنگامی‌که در حالت حرکت پا را از روی پدال گاز بر می داریم) و سیگنال دور قدرت برای افزایش زمان سوخت پاشی (در هنگام فشردن پدال گاز) و در نتیجه افزایش قدرت خروجی بکار می‌رود.

دو نوع معمول این سنسورها عبارتند از:

۱ـ نوع خطی: ولتاژ خروجی به صورت پیوسته همراه موقعیت دریچه‌ی گاز تغییر می‌کند.

۲ـ نوع قطع و وصل: حالت‌های مختلف دریچه‌ی گاز (بسته، نیمه باز، کاملاً باز) با سیم‌های مختلف به ECU وصل می‌شود.

محل نصب:

روی دریچه‌ی گاز قرار دارد. میله دریچه‌ی گاز از یک طرف به سیم گاز متصل است و از طرف دیگر داخل سنسور قرار دارد.

مشخصات الکتریکی:

از یک سوکت سه پایه تشکیل شده است:

پایه ۱- تغذیه ۵+ ولت

پایه ۲- ارسال سیگنال یا ولتاژ

پایه ۳- اتصال بدنه

تست اهمی:

مقاومت الکتریکی بین دو پایه (۱ و۳) در این سنسور ٤ $K\Omega$ می‌باشد.

تست ولتاژی:

خودرو را روشن می‌کنیم. دو سوزن را یکی به پایه اتصال منفی و سوزن دیگر را به پایه تغذیه 5v وصل می‌کنیم. دو سر پروب ولتمتر را به دو سوزن اتصال می‌دهیم و به خودرو گاز می دهیم . ولتاژ باید ۵ ولت باشد و تغییر نکند. سپس سوزن و پروب متصل به پایه تغذیه ۵ ولت را به پایه ارسال سیگنال وصل می‌کنیم. ولتاژی بین صفر تا ۵ ولت را باید نشان دهد. وقتی به خودرو گاز می دهیم ولتاژ نشان داده شده باید نزدیک به ۵ ولت شود و وقتی گاز نمی‌دهیم نزدیک به صفر شود. در غیر این‌صورت قطعه خراب است.

علائم خرابی:

۱ـ در صورت خرابی باعث قطع سوخت پاش و نوسان در دورهای بالا می‌شود که ممکن است بخاطر کثیفی و آب خوردگی سنسور باشد.

۲ـ در هنگام سرد بودن خودرو دور موتور در حد نرمال و در موقع گرم بودن خودرو دور موتور تا حالت cut off بالا می رود.

نکته۱: واحد کنترل، مقدار حجم هوای ورودی را توسط مقدار زاویه دریچه‌ی گاز و سرعت موتور، محاسبه می‌کند. اطلاعات ارسالی از سنسورهای درجه حرارت، این امکان را به واحد کنترل می‌دهند تا تغییرات در مقدار حجم هوای ورودی را با توجه به تغییر درجه حرارت جبران کند.

نکته ۲: زاویه دریچه گاز در هنگام بسته بودن از پارامترهای مهم بوسیله دستگاه به‌شمار می‌آید که در ECU نوع S2000 صفر درجه ودر SL96 وزیمنس ۱۰ تا۱۵ درجه می‌باشد.

سنسور موقعیت میل سوپاپ: (CS)- ۱۱۱۵

CS مخفف Camshaft sensor است.

وظایف:

هنگامی‌که پیستون به سمت نقطه مرگ بالا در سیلندر حرکت می‌کند میل سوپاپ با استفاده از تنظیم سوپاپ‌های دود و هوا موقعیت سیلندر را از نظر حالت کمپرس و یا تخلیه بودن مشخص می‌کند. این

اطلاعات از طریق موقعیت میل لنگ (سنسور دور موتور) حاصل نخواهد شد.

اگر سیستم اشتعال مجهز به دلکوی ولتاژ بالا با رابط مستقیم مکانیکی به میل سوپاپ باشد در این‌صورت روتور دلکو به صورت خودکار در موقعیت صحیح هر سیلندر قرار می‌گیرد و نیازی به سنسور موقعیت میل سوپاپ نیست.

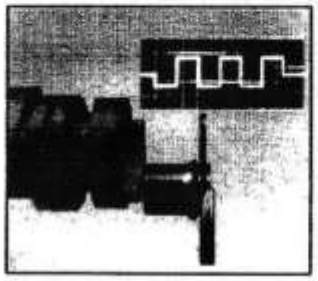
اما در سیستم‌های بدون مقسم دلکو، اطلاعات این سنسور به ECU برای تشخیص حالت تراکم و تخلیه سیلندر یک مورد نیاز می‌باشد.

در حقیقت این سنسور اطلاعات تکمیلی جهت تایمینگ جرقه در اختیار واحد کنترل ECU قرار می‌دهد و اطلاعات تهیه شده توسط این سنسور به اندازه ای که بتواند جایگزین سنسور موقعیت میل لنگ (سنسور دور موتور)شود، دقیق نمی‌باشد.

عملکرد:

این سنسور با اثر الکترومغناطیسی هال کار می‌کند که شامل یک المنت سنسور هال و یک قطعه نیمه هادی می‌باشد که جریان از آن عبور می‌کند. هر گاه جریان در داخل این سنسور توسط یک میدان مغناطیسی منحرف شود ولتاژ دو سر سنسور تغییر کرده باعث ایجاد پالس‌های مربعی شکل می‌شود. هر گاه بر آمدگی انتهایی میل سوپاپ از برابر این سنسور عبور کند به علت ولتاژ منفی سطح فلز، میدان مغناطیسی تغییر کرده و سیگنال ارسال شده به ECU صفر می‌شود.

در زمانی که بر آمدگی میل سوپاپ روبروی سنسور قرار ندارد سیگنال ارسال شده به ECU ۱۲ ولت می‌باشد.



پس این سنسور با ارسال سیگنال‌های مربعی شکل به ECU زمان دقیق نقطه‌ی مرگ بالای سیلندر یک را خبر می‌دهد.

محل نصب:

این سنسور در انتهای میل سوپاپ نصب می‌شود.

مشخصات الکتریکی:

دارای یک سوکت سه پایه می‌باشد.

پایه ۱- تغذیه ولتاژ 12v+ یا 5v+

پایه ۲- ارسال سیگنال با دامنه مربعی شکل

پایه ۳- سیم اتصال بدنه

علائم خرابی:

در صورت خرابی این سنسور خودرو ریتارد و با کمی ریپ کار می‌کند.

نکته ۱: در پژو ۲۰۶ تیپ ۲ و ۳ علاوه بر نداشتن دلکو، سنسور موقعیت میل سوپاپ ندارد و به‌جای آن از پایه شماره ۳ کویل دوبل بنام DephIA (دیفیا) که به ECU متصل شده است، اطلاعات تکمیلی مورد لزوم واحد کنترل را تأمین می‌کند.

نکته ۲: بطور کلی از این سنسور برای سیستمهای انژکتوری ترتیبی استفاده می‌شود. در صورت خرابی این سنسور پاشش سوخت از حالت ترتیبی به حالت پاشش سوخت نیمه‌ترتیبی تبدیل می‌شود و مصرف سوخت بالا می‌رود.

نکته ۳: این سنسور در خودرو پارس ELX و سمند سریر و زانتیا و پژو ۲۰۶ تیپ ۵ و ۶ و پراید مدل s2000 استفاده شده است.

نکته ۴: سنسور کمکی این قطعه سنسور دور موتور می‌باشد.

سنسور اکسیژن (O2S) - ۱۳۵۰

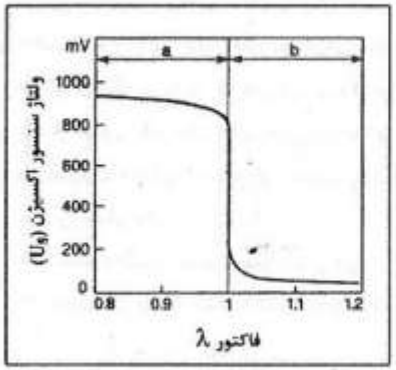
(O2S) مخفف Oxygen Sensor است.

وظایف:

این سنسور برای اندازه گیری میزان اکسیژن خروجی از اگزوز و تنظیم نسبت سوخت و هوا بکار می رود. این سنسور نقش یک فیدبک منفی یا حلقه‌ی بسته رادر سیستم انژکتور دارد.

توابع مربوط به اندازه‌گیری سوخت و هوا به طور دائمی در ECU ذخیره شده و اطلاعات مربوط به غنی بودن یا رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا به شکل ولتاژی بین صفر و یک ولت از اکسیژن سنسور دریافت می‌شود. اگر اکسیژن موجود در گازهای خروجی کم باشد مخلوط غنی است و ولتاژ ارسالی توسط سنسور اکسیژن برابر ۰/۹ ولت است. اگر اکسیژن موجود در گازهای خروجی زیاد باشد مخلوط رقیق است و ولتاژ ارسالی توسط سنسور اکسیژن برابر ۰/۱ ولت است.

نسبت استوکیومتریک سوخت و هوا با مقدار λ =۱ باعث پرشی در نمودار کارکرد سنسور خواهد شد.

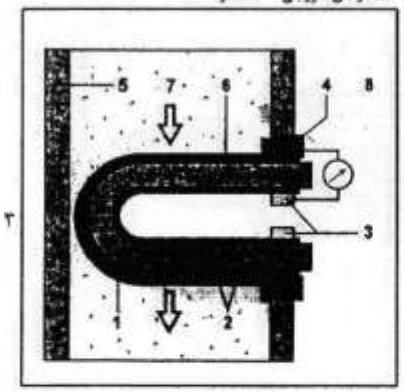


نمودار ولتاژ سنسور اکسیژن در درجه حرارت ۶۰۰C
a) مخلوط غنی (کاهش هوا)
b) مخلوط فقیر (هوای اضافی)

عملکرد:

سنسور اکسیژن واقع در مسیر خروجی

۱ـ پوشش سرامیکی ۲ـ الکترودها ۳ـ کنتاکت
۴ـ کنتاکت قاب ۵ـ لوله خروجی ۶ـ پوشش سرامیکی
۷ـ گازهای خروجی ۸ ـ هوا



این سنسور دارای بدنه مخصوص سرامیکی از جنس اکسید زیرکونیم که نقش الکترولیت باتری را دارد و دو لایه داخلی و بیرونی از جنس پلاتین که نقش الکترودهای مثبت و منفی را دارند.

الکترود منفی (لایه بیرونی) و الکترود مثبت (لایه داخلی) است. الکترود منفی در مسیر گازهای خروجی و الکترود مثبت در معرض هواست. اندازه اختلاف پتانسیل بین دو الکترود (ولتاژ تولیدی) به اختلاف میزان اکسیژن موجود در هوا و گازهای خروجی بستگی دارد.

با توجه به این‌که دمای کاری مفید سنسور اکسیژن حدود ۳۰۰°C می‌باشد دو نوع سنسور وجود دارد:

۱ـ سنسور اکسیژن با گرمکن

۲ـ سنسور اکسیژن بدون گرمکن

درنوع مجهز به گرمکن ،دمای کارکرد آن به ۳۰۰°C می‌رسد. به‌طوری‌که المنت گرم کننده اهمی از نوع PTC، لایه فعال سرامیکی سنسور را از داخل گرم کرده و درجه حرارت آن را در حدی نگه می‌دارد تا حتی در درجه حرارت‌های پایین گازهای خروجی (ابتدای روشن کردن موتور) بدرستی عمل کند. زیرا دمای کارکرد سنسور اکسیژن بالای ۳۰۰°C است.

در صورت عملکرد صحیح این سنسور ECU می‌تواند از اطلاعات این سنسور دو وظیفه مهم را انجام دهد:

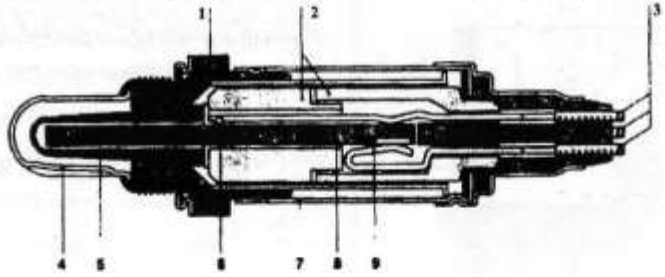
۱ـ محاسبه نسبت مخلوط سوخت و هوا

۲ـ تعدیل غنی بودن مخلوط سوخت و هوا

سنسور اکسیژن نوع گرم‌شونده

۱ـ قاب پرات ۲ـ تیوب پوشش سرامیکی ۳ـ رابط‌های الکتریکی ۴ـ تیوب قاب

۵ـ لایه فعال سرامیکی سنسور ۶ـ کنتاکت ۷ـ پوشش ۸ـ المنت گرم‌شونده ۹ـ رابط انت گرمایی



محل نصب:

این سنسور روی مانیفولد دود نصب می‌شود.

در بعضی خودروهای جدید مانند پژو ۲۰۶ تیپ ۵ و ۶ و زانتیا دو عدد سنسور اکسیژن وجود دارد:

۱ـ سنسور اکسیژن بالایی بعد از مانیفولد دود، قبل از مخزن کاتالیست برای گزارش میزان co و تنظیم نسبت سوخت و هوا

۲ـ سنسور اکسیژن پایینی بعد از مخزن کاتالیست برای گزارش میزان کلیه آلاینده‌ها با هدف بهینه کردن نسبت سوخت و هوا بکار می رود. ECU با اطلاعات این سنسور میزان راندمان مبدل کاتالیتکی و تشخیص چگونگی کارکرد سنسور بالایی را معین می‌کند. سنسور اکسیژن پایینی سیگنالی را می‌فرستد که در مقایسه با سیگنال ارسالی سنسور اکسیژن بالایی دارای اختلاف می‌باشد.

مشخصات الکتریکی:

دارای یک سوکت ٤ پایه می‌باشد.

پایه ۱: تغذیه ۱۲+ ولت برای گرمکن

پایه ۲: اتصال بدنه

پایه ۳: ارسال سیگنال مثبت

پایه ٤: ارسال سیگنال منفی

علائم خرابی:

ـ اگر این سنسور خراب شود مقدار مصرف سوخت بالا رفته و میزان آلایندگی بالا می‌رود.

ـ اگر المنت گرمکن این قطعه خراب شود خودرو در هنگام روشن شدن دچار خام سوزی می‌شود که باعث جرم گرفتگی در شبکه کاتالیست می‌شود که بایستی تعویض گردد زیرا گرفتگی زیاد کاتالیست مانع روشن شدن موتور می‌گردد.

ـ در صورت خرابی سنسور یا سوکت سنسور، چراغ اخطار عیب یاب خودرو روشن شده خودرو دچار خام سوزی مصرف بالا و بد کار کردن می‌شود.

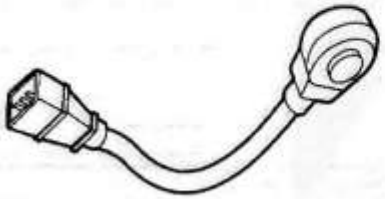
نکات مهم:

۱ـ در هنگام تست کردن ولتاژ خروجی این سنسور توسط دستگاه دیاگ اگر ولتاژ بین ۰/۱ تا ۰/۹ ولت متغیر باشد نشان دهنده‌ی سلامت قطعه و در غیر این‌صورت نشان‌دهنده‌ی خرابی سنسور است.

۲ـ خودروهایی با ECU مدل مگنتی مارلی (MM8P) و گروه sl96 ها سنسور اکسیژن ندارند.

سنسور ضربه (KS) ۱۱۲۰

KS مخفف knock Sensor است.



قبل از پرداختن به سنسور ضربه لازمست پدیده کوبیدن و صدمات ناشی از آن به موتور را شرح دهیم.

واژه کوبیدن از صدای بهم خوردن دو فلز مشتق می‌گردد که به سبب نوسانات فشار غیر معمول در سیلندر موتور بوجود می آید.

نظریه کوبیدن هنوز به طور کامل شناخته نشده است ولی تصور بر این است که به سبب انفجار یکباره‌ی مخلوط سوخت در قبل از رسیدن جبهه‌ی شعله به آن پدید می‌آید. موقعی که باقیمانده مخلوط (گاز انتهایی) یک دفعه منفجر گردد فشار دفعتاً بالا رفته و تمامی فضای اشتعال و ساختمان موتور را به ارتعاش در می‌آورد . دو نظریه برای توضیح آزاد شدن یکباره این انرژی ارائه شده است:

الف) انتشار: عواملی چون وجود ترکیبات ناپایدار در سوخت یا فشار بیش از حد در سیلندر سبب می‌شوند که جبهه‌ی شعله سرعتی مافوق صوت یافته که در آن صورت گازهای نسوخته (گاز انتهایی) با سرعتی بیش از حد معمول منفجر می‌گردند و موجب کوبیدن می‌شود.

ب) خودسوزی: طبق این نظریه مخلوط سوخت و هوای نسوخته در اثر پیشروی جبهه‌ی شعله و فشار زیاد به درجه حرارت بسیار بالایی رسیده و اکسیده می‌شوند. این عمل به انفجار یکباره گازهای نسوخته منجر می‌گردد که کوبیدن را پیش می آورد.

کوبیدن موقتی موتور هنگام شتاب گرفتن خودرو امری غیر معمول نبوده و به ندرت به موتور خسارت می زند. کوبیدن طولانی مدت و به خصوص در سرعت‌های بالا می‌تواند صدمات زیادی به موتور وارد آورد.

کوبیدن بیش از حد، انرژی زیادی را به سطوح اطراف فضای اشتعال منتقل نموده که به بیش از حد داغ شدن آنها و در نتیجه چسبیدن (گریپاژ) پیستون منجر می‌گردد.

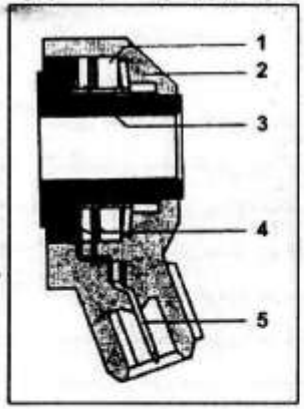
دستگاه مدیریت موتور برای حفاظت موتور در برابر کوبیدن به وسایلی مجهز است که کوبیدن را حس کرده و با آن جرقه را ریتارد می نماید تا کوبیدن از بین برود.

با توجه به آثار مخرب پدیده ضربه یا کوبیدن در موتور و ارتباط مستقیم آن با آوانس جرقه اطلاعات منتقل شده توسط سنسور ضربه به ECU اجازه می‌دهد تا آوانس جرقه را به طور صحیح تنظیم نماید.

وظایف:

سنسور ضربه زمانی که ضربات احتراق (کوبیدن) بوجود می‌آید ولتاژ حداکثر را به ECU ارسال می‌کند و ECU متناسب با آن جرقه را ریتارد می‌کند یعنی میزان آوانس را کاهش میدهد و به موازات آن مخلوط سوخت و هوا راغنی می‌کند و مقدار سوخت افزایش می‌یابد.

سنسور ضربه
۱ـ قاب مرتعش ۲ـ قاب چدنی
۳ـ سرامیک پیل و التکریک ۴ـ رابط الکتریکی

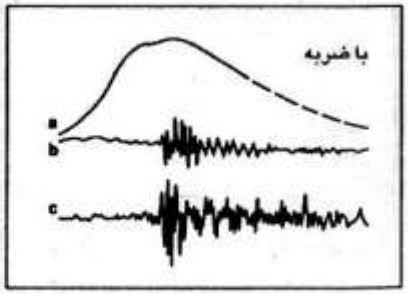


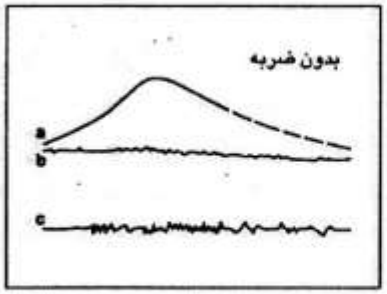
محل نصب:

این سنسور مابین سیلندرهای ۲ و ۳ قرار دارد و اگر دو سنسور ضربه وجود داشته باشد بین سیلندرهای ۱ و ۲ و سیلندرهای ۳ و ٤ قرار دارند. (موتور چهار سیلندر)

عملکرد:

این سنسور بر اساس خاصیت پیزو الکتریک ضربات و ارتعاشات موتور را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌نماید و از یک پیزوالکتریک که در داخل دو قاب مرتعش و چدنی قرار دارد ساخته شده است.





مشخصات الکتریکی:

دارای یک سوکت سه پایه است:

پایه ۱: تغذیه 5v+

پایه ۲: ارسال سیگنال

پایه ۳: سیم شیلد دار نویزگیر

علائم خرابی:

در صورت خرابی قطعه ممکن است موتور با لرزش کار کرده و آمپر آب، درجه حرارت بالایی را نشان دهد.

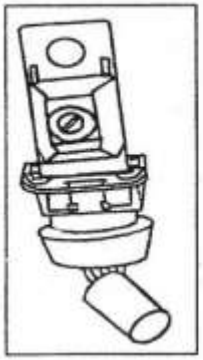
نکات مهم:

۱ـ این قطعه تست اهمی و ولتاژی ندارد.

۲ـ گشتاور سفت کردن پیچ این سنسور با ترک متر ۲/۲ کیلوگرم متر می‌باشد. در اثر شل بودن پیچ سنسور چراغ اخطار عیب‌یاب سیستم روشن می‌ماند.

۳ـ در خودروهای جدید برای تفکیک ضربات حاصل از خودسوزی موتور و ضربات حاصل از لرزش خودرو در حین رانندگی، سنسوری با همین کیفیت به نام سنسور شتاب سنج روی بدنه خودرو تعبیه شده است. تغییراتی که در هنگام رانندگی در جاده های ناهموار در دور موتور ایجاد می‌شود ممکن است به عنوان احتراق ناقص در سیلندرها گزارش شوند. تفاوت میان تغییرات دور موتور به دلیل ناهمواری‌های جاده و احتراق ناقص توسط شتاب سنج تعیین می‌شود. شتاب‌سنج در شرایط ناهموار جاده موقتاً عملکرد شناسایی سنسور ضربه را غیر فعال می‌کند. این سنسور در خودرو زانتیا وجود دارد.

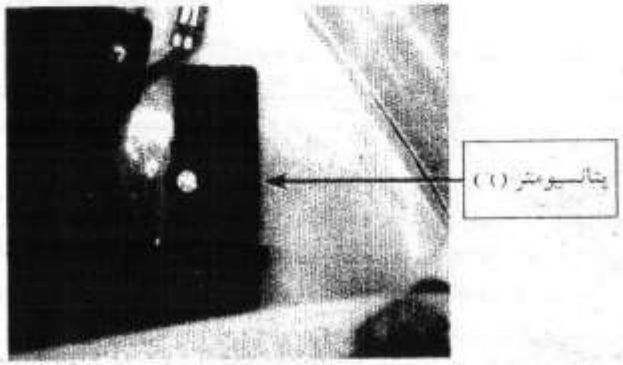
۴ـ این قطعه سنسور کمکی ندارد.



پتانسیومتر CO

وظایف: این قطعه وظیفه تنظیم سوخت را در خودروهای گروه sl96 در پیکان و پژو RD به عهده دارد.

محل نصب: در پیکان روی سینی پشت موتور کنار جعبه فیوز قرار دارد (جای قدیم بوستر ترمز) در پژو RD داخل موتور چسبیده به گلگیر سمت راننده پشت چراغ جلو قرار دارد.



عملکرد:

این قطعه عنصری مقاومتی می‌باشد که ساختار داخلی آن همانند ساختار پتانسیومتر دریچه‌ی گاز است با این تفاوت که مقاومت سیم پیچ آن با یک متغیر بوسیله پیچ گوشتی قابل تغییر است.

این متغیر در هر دور گردش کامل بدور خود Ω ۵۰۰ تغییر اهمی دارد.

جهت تنظیم مقدار co موجود در گازهای خروجی در حد استاندارد از دستگاه تجزیه چهار گاز استفاده می کنیم. ابتدا سنسور آنرا در اگزوز خودرو می‌گذاریم . سپس نوک پیچ گوشتی را داخل جای پتانسیومتر co می‌گذاریم و آنرا به آرامی می‌گردانیم تا گازهای خروجی به حد استاندارد برسد. به این صورت که با سفت کردن آن سوخت زیاد و با شل کردن آن سوخت کم می‌شود.

نوع خودرو	دور آرام	Co %	Hc ppm	Co_2 %	O_2 %	درجه اوکتان
پیکان ۱۶۰۰ و RD با کارکرد کمتر از ۴۰۰۰۰km	۸۵۰ ± ۵۰	۲ ± ۰/۵	۲۵۰-۳۰۰	۱۲-۱۳	کمتر از ۱	۱۰
پیکان ۱۶۰۰ و RD با کارکرد بیشتر از ۴۰۰۰۰km	۹۰۰ ± ۵۰	۲-۳	۴۰۰ ± ۳۰	۱۰-۱۴	۱-۳	۱۰

مشخصات الکتریکی:

دارای یک سوکت سه پایه است:

پایه ۱: اتصال بدنه

پایه ۲: ارسال سیگنال یا ولتاژ

پایه ۳: تغذیه 5v+

تست اهمی:

قطعه را از بدنه خودرو باز می‌کنیم و سوکت آنرا جدا کرده و مقاومت بین پایه‌های ۱ و ۳ را اندازه می گیریم. باید مقاومتی در حدود ۱۳ الی ۱٤ کیلو اهم باشد. در غیر این‌صورت قطعه خراب است. سپس مقاومت بین پایه های ۱ و ۲ را اندازه می‌گیریم و با چرخاندن محل تنظیم قطعه باید مقاومت آن تغییر کند.

علائم خرابی:

وقتی مصرف سوخت در خودرو بالاست بعد از چک کردن قطعات دیگر خودرو به سراغ این قطعه می‌رویم که ممکن است خراب باشد یا از تنظیم خارج شده باشد. در صورت تنظیم نبودن پتانسیومتر co خودرو در دور آرام با نوسان کار می‌کند.

نکات مهم:

۱ـ برای تنظیم مصرف سوخت خودرو از طریق پتانسیومتر co بدون دستگاه چهار گاز بروش زیر عمل می‌نماییم: سوکت پتانسیومتر را جدا کرده و قطعه را باز می‌کنیم. پژوپ‌های اهم متر را روی پایه‌های ۱ و ۲ قرار داده و با چرخاندن پیچ تنظیم مقاومت آنرا بین ۷/۸ – ۷/۵ اهم تنظیم می‌نماییم. حال سوکت را جا زده و قطعه را نصب و موتور را روشن می‌کنیم. اگر موتور بد کار کرد یا لرزش داشت پیچ پتانسیومتر را به اندازه یک چهارم به چپ یا راست می‌چرخانیم تا موتور تنظیم گردد.

۲ـ بعضی اوقات دور آرام خودرو منظم کار نمی‌کند و با تغییر دور مواجه هستیم. با تنظیم متغیر قابل تنظیم وسط پتانسیومتر co می توان دور آرام خودرو را تنظیم کرد.

فصل چهارم

واحد کنترل الکترونیکی ECU

بیشتر اتومبیل‌ها تعدادی از واحدهای کنترل الکترونیکی ECU را به کار می‌برند که کار دستگاه‌های مختلف مکانیکی و برقی را کنترل کنند. واژه ECU خیلی کلی است طوری که بسیاری از ECU ها حاوی فقط یک یا دو آی سی هستند که کار ساده تنظیم زمانی مثل تأخیر چراغهای دم پای درون اتومبیل یا گرمکن شیشه عقب را کنترل می‌کند. سایر ECU ها خیلی پیشرفته‌تر بوده و اعمال دستگاه‌های پیچیده‌ای همچون سوخت افشانی، جرقه‌زنی،جعبه دنده خودکار و ترمز ضد قفل را تنظیم می‌کند. این ECU ها در حقیقت میکروکامپیوترهایی هستند که برای کار خود از ریز پردازنده‌ها کمک می‌گیرند.

ریز پردازنده‌ها آی سی‌های رقمی (دیجیتالی) نسبتاً اززانی هستند که قادر به انجام محاسبات عددی و تصمیم‌گیری‌های ساده می‌باشند. برای این کار از داده‌های رمز شده به شکل اعداد دو تایی (ترکیب‌هایی از (۱) ها و (۰) های منطقی) استفاده می‌کنند. موقعی که یک ریزپردازنده با سایر قطعات همچون تراشه‌های حافظه و مدارهای ورودی و خروجی ترکیب شود یک میکروکامپیوتر بوجود می‌آید.

یک میکروکامپیوتر اطلاعات را از محیط به شکل سیگنال‌های برقی از حسگرها گرفته و بر اساس دستورات قبلی (برنامه کامپیوتر) که در حافظه آن نهاده شده تصمیمی را اتخاذ می‌نماید. بر اساس این تصمیم‌گیری‌ها، میکروکامپیوتر دستوراتی برای اجرا به عملگرهایی همچون سولونوئیدها، رله‌ها، موتورهای برقی و لامپها صادر می‌نماید.

قدرت یک میکروکامپیوتر به سرعت عمل ریزپردازنده آن در اجرای دستورات بستگی دارد. به عنوان مثال یک ریز پردازنده خیلی خوب می‌تواند دو عدد را در زمانی کمتر از یک میلیونیم ثانیه با هم جمع کند. بنابراین میکروکامپیوترها می‌توانند بسیاری از اعمال کنترلی